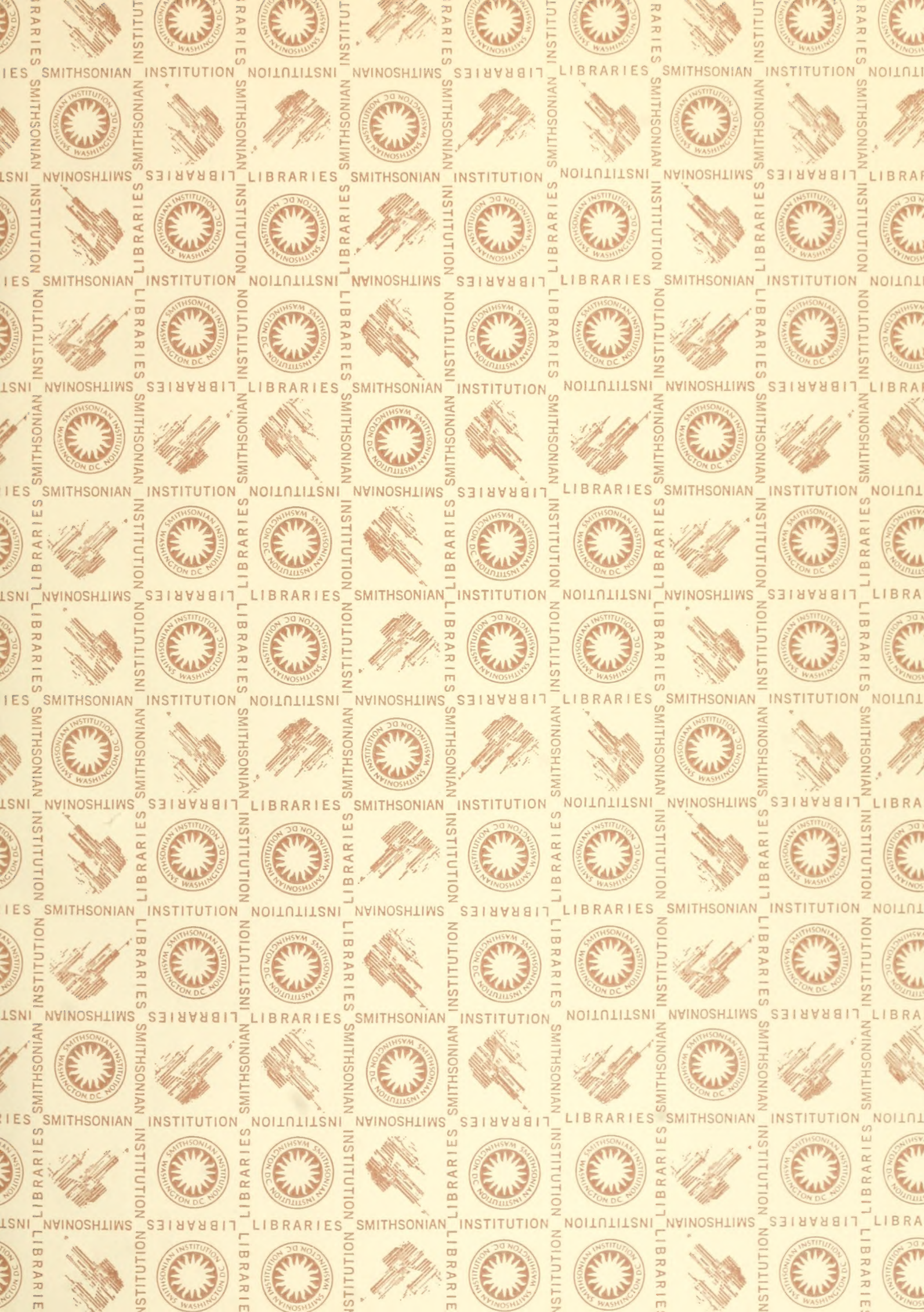
SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES


SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

Zar. Invert

Perrier 2

1022
Q. Gn
49811

Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée (Antedon rosacea, Linck.) Part III.

107

44

HERTZBERG NEW METHOD, INC.
VANDALIA ILL.

THIS IS A NO CARBON REQUIRED 4 PART FORM

HEIGHT	Perrier 6346-29 50-219
COLOR 2382	
LIB. IMPRINT	
NONE BOUND BEFORE	
SEE OLD COVER	Comatule De la Méditerranée
SEE RUB	
NO LETTERING	
SEE S. B.	
DO NOT COLLATE	
DO NOT REMOVE ADS OR COVERS	
CRITERION	

BINDING CHARGE	
HAND SEWING	
SHELF NOS.	
EXTRA THICKNESS	
STUBBING	
HINGING	
LETTERING	
IMPRINT	
EXTRA TIME PREPARING, ETC.	

pt.3
Invert. Zool.

Style B.
Handsew.
No trim.
2-2v.

2 SEPARATE SET BY PEELING AT THIS SHEET AND BREAKING SPOT PASTING IN STUB

ÉTUDES PHOTOGRAPHIQUES

SUR LE

YSTÈME NERVEUX

DE L'HOMME

ET DE

UELQUES ANIMAUX SUPÉRIEURS

QL
384
C8P45
1886
ptie 3
Invert
Zool.

MÉMOIRE

SUR

L'ORGANISATION ET LE DÉVELOPPEMENT

DE LA

COMATULE DE LA MÉDITERRANÉE

(ANTEDON ROSACEA, LINCK)

PAR M. EDMOND PERRIER

Suite (1)

SMITHSONIAN
NOV 7 1888
LIBRARIES

TROISIÈME PARTIE

ORGANISATION DE L'ANTEDON ADULTE.

I

DESCRIPTION EXTÉRIEURE.

Nous avons décrit, dans la seconde partie de ce mémoire, les transformations successives que subissent les organes de l'*Antedon rosacea*, jusqu'au moment où elle passe à l'état de Comatule libre. Après sa mise en liberté, les organes internes de la Comatule subissent souvent d'assez importantes modifications, tandis que le corps tout entier grandit et que le nombre des pinnules des bras augmente. Ces modifications ne sont que la continuation de celles dont nous avons déjà suivi les progrès; mais elles sont assez étendues pour rendre nécessaire une description complète de

(1) Voir pour les première et deuxième parties la 2e série de ce recueil, t. IX, p. 53, pl. I à XX. (Les renvois se rapportent à ces planches).

Smithsonian Institution
C APR 16 1908
National Museum
200764

l'animal adulte. Un assez grand nombre de traits d'organisation connus depuis un temps plus ou moins long, éclairés par l'étude que nous venons de faire du développement, prennent d'ailleurs une physionomie nouvelle, et réclament un complément d'examen. Outre l'*Antedon rosacea*, nous avons étudié l'*Antedon phalangium*, dont la drague du *Talisman* ramenait parfois des exemplaires se comptant par dizaines de mille.

On peut considérer une Comatule comme adulte lorsque ses pinnules commencent à être gonflées par les produits de la génération. Un bel exemplaire dans ces conditions que nous avons recueilli en août, à Tatihou près de Saint-Vaast la Hougue, avait des bras d'environ 60^{mm} de long; son disque mesurait 12^{mm} de diamètre. Le diamètre total de l'animal bien étalé atteignait donc 132^{mm}, près d'un décimètre et demi. Les bras étaient cependant tous terminés par de petites pinnules indiquant que la croissance n'était pas finie. Sur les bras de cet exemplaire, nous avons compté environ 50 pinnules de chaque côté. Les plus grandes pinnules mesuraient exactement 10^{mm} de long. Le nombre des cirres dorsaux était de 30 environ, disposés sur deux rangs. Les cirres du rang interne étaient très sensiblement plus petits que ceux du rang externe, qui comptaient quinze articles chacun. Un espace circulaire, vide, d'environ 1^{mm} de diamètre, était circonscrit par les cirres internes. L'épaisseur du disque était de 7^{mm}; mais cette épaisseur est extrêmement variable suivant l'état dans lequel est mort l'animal. Certains individus gardent un disque turgescent après qu'on les a mis dans l'alcool; d'autres au contraire s'aplatissent; ces mêmes phénomènes se manifestent pendant la vie, et comme, d'autre part, on rencontre souvent des individus dont le sac viscéral, entièrement arraché à la suite de quelque violence, est en voie de reconstitution, plus ou moins développé par conséquent, il n'y a pas d'importance à attacher à ces dimensions. On doit en dire autant de la longueur du tube anal qui, dans l'individu que nous décrivons, s'élevait du côté buccal de 3^{mm} au-dessus de la surface du disque, et mesurait à sa base 4^{mm} de largeur. On peut du reste considérer la base du tube anal comme occupant tout l'interradius sur lequel s'élève ce tube. La surface externe du tube anal et celle de l'interradius qui lui correspond présentent toujours, aussi bien dans les individus d'Alger que m'a envoyés M. Viguier que dans ceux que j'ai recueillis

moi-même soit à Roscoff, soit à Saint-Vaast, un assez grand nombre de petits tubercules saillants qui manquent aux autres interradius. Le tube anal, bien développé, a la forme d'une bouteille dont le goulot, large et court, aurait son bord libre découpé en papilles saillantes, au nombre d'une quinzaine.

On décrit habituellement la bouche comme occupant le centre du disque chez l'*Antedon rosacea;* cela n'est pas rigoureusement exact. La bouche est généralement un peu excentrique, et semble plus ou moins refoulée vers le bord par le développement du tube anal. Dans l'échantillon de Saint-Vaast dont nous venons de parler, les distances de son centre aux deux bords du disque étaient respectivement de 4^{mm} et de 8^{mm}; or ce rapport n'a rien d'exceptionnel. Cette excentricité de la bouche chez les vraies *Antedon* a son intérêt; elle montre que la disposition marginale de la bouche, qu'on observe chez les *Actinometra*, n'est que l'exagération d'une disposition existant déjà chez les *Antedon*.

Nous appellerons, comme nous l'avons déjà fait dans la première partie de ce mémoire, bord antérieur celui vers lequel s'est transportée la bouche, bord postérieur celui qui est occupé par le tube anal. La face ventrale, ou buccale, est celle où se trouvent la bouche et l'anus, la face dorsale celle qui porte les cirres.

Dans ces conditions le côté droit et le gauche sont ceux ainsi désignés sur notre propre corps, en supposant que notre face dorsale et notre face ventrale soient orientées comme ce que nous nommons ainsi chez les Comatules. Il ne faut pas se dissimuler ce que ces dénominations ont d'arbitraire. Il n'y a, en réalité, d'extrémité antérieure et d'extrémité postérieure que chez les animaux qui marchent habituellement dans une direction déterminée. En général, la bouche est alors située près de l'extrémité du corps dirigée vers cette direction, sur la face tournée vers le sol; cette face est la face inférieure ou ventrale. Mais ces déterminations qui n'ont rien d'absolu, même chez les animaux qui se meuvent dans une direction déterminée, n'ont plus rien de nécessaire quand il s'agit d'animaux fixés, ou pouvant indifféremment se mouvoir dans plusieurs directions, comme les Cœlentérés et la plupart des Échinodermes. C'est en particulier le cas des Comatules. L'arbitraire de ces conventions est d'autant plus apparent qu'il

se différencie une face ventrale dans la classe des Oursins et dans celle des Holothuries, et que dans ces deux classes les faces ventrales ne se correspondent nullement.

C'est donc par pure convention que nous distinguerons une face ventrale et une face dorsale chez les Comatules; un bord antérieur, un bord postérieur, un côté droit et un côté gauche. Les dénominations que nous employons ont le même sens que celles qui ont été adoptées, pour les Comatules, par MM. Carl Vogt et Eug. Yung dans leur beau *Traité pratique d'anatomie comparée*. Nous n'avons cependant pas pensé qu'il fût absolument indispensable pour les comparaisons morphologiques, de représenter les Comatules la bouche en bas, comme les Étoiles de mer ou les Oursins, et nos dessins sont presque tous orientés la face ventrale en haut. Si c'est là l'attitude normale de la plupart des Crinoïdes fixés, il ne faut pas oublier qu'on n'en peut dire autant des Comatules. Dans les stations rocailleuses (1) on les trouve, en effet, presque toujours fixées par leurs cirres à la face inférieure des rochers, précisément, par conséquent, dans l'attitude qu'ont adoptée pour l'orientation de leurs dessins MM. C. Vogt et Eug. Yung.

Quand la bouche des *Antedon rosacea* est ouverte, son contour est parfaitement circulaire et limité par une lèvre lisse, près de laquelle commencent cinq gouttières se dirigeant respectivement vers l'une des cinq paires de bras. Ce sont les *gouttière radiales;* chacune d'elles est limitée par un rebord saillant, duquel émergent des tubes tentaculaires paraissant ordinairement très courts sur les individus conservés dans l'alcool. Au moins, sur de jeunes individus, il est facile de s'assurer, au moyen de loupes, que ces tentacules sont groupés par triades, comme ceux des bras ou, si l'on aime mieux, que chaque tentacule est divisé en trois branches, l'une longue, les deux autres plus courtes.

Cette division des tentacules en plusieurs branches, que Wyville, Thomson et William Carpenter considéraient comme autant de tentacules distincts, est constante chez les Crinoïdes actuels. Chez les Étoiles de mer et les Oursins, chaque tentacule peut être de même envisagé comme divisé

(1) Roléa près Roscoff, Tatihou, la pointe du Dranguet près Saint-Vaast, par exemple.

en deux branches, l'une qui demeure interne et que l'on a considérée autrefois comme une poche respiratoire, l'autre qui est le tentacule proprement dit. Il nous semble plus naturel de comparer la vésicule interne des Étoiles de mer et des Oursins aux petits tentacules des Comatules, que de chercher l'homologue de ces vésicules dans les diverticules spéciaux du canal ambulacraire, comme l'ont fait Ludwig, puis Herbert Carpenter.

En arrivant au voisinage de la bouche, les deux bords saillants de chaque gouttière radiale se relient respectivement au bord saillant de la gouttière la plus voisine en formant une crête fortement concave en dehors; ces crêtes, au nombre de cinq, étant situées à une petite distance du bord buccal, peuvent être considérées comme limitant extérieurement la lèvre circulaire. Elles sont surmontées de tentacules plus longs que ceux des bords saillants des gouttières. Ce sont les *tentacules buccaux;* on sait qu'ils étaient primitivement au nombre de vingt que séparaient par groupes de quatre les cinq gouttières radiales. Chez les *Antedon* adultes cette disposition persiste, mais on ne peut distinguer nettement par l'examen de l'extérieur du disque ces tentacules buccaux primitifs des tentacules radiaux qui les avoisinent.

Les trois gouttières radiales antérieures se dirigent vers le bord du disque, en suivant un trajet presque exactement rectiligne; les deux gouttières postérieures, plus longues, décrivent chacune sur le disque une courbe concave vers le tube anal; elles se rapprochent donc en avant et en arrière de ce tube; il résulte de leur forme que l'interradius postérieur empiète au moins dans sa région moyenne sur ses deux voisins. Cet empiètement et la position excentrique de la bouche font qu'il a une surface beaucoup plus étendue que les autres. Du côté antérieur, le tube anal arrive presque au contact de la crête labiale postérieure.

Avant d'atteindre le bord externe du disque, chacune des gouttières radiales se bifurque et donne ainsi naissance à deux *gouttières brachiales* qui occuperont la face dorsale des bras, et émettront alternativement à droite et à gauche les gouttières ambulacraires des pinnules. La bifurcation des gouttières radiales peut se faire, sur un même individu, à des distances très variables de leur origine. Ainsi sur le grand individu de Saint-Vaast dont nous avons précédemment parlé, la gouttière radiale

gauche se bifurque à 2^{mm} du sommet de la crête labiale, et la droite à 4^{mm} seulement. Lorsque la bifurcation a lieu notablement avant que la gouttière radiale atteigne le bord du disque, ses deux branches comprennent entre elles une partie de la surface du disque qu'on peut appeler l'*aire interbrachiale*, tandis que les segments du disque compris entre les gouttières radiales sont les *aires interradiales*.

Le long du bord externe de chacune des gouttières radiales, on observe en général une double ou même triple rangée de ces corps singuliers, avides de matière colorante, que les auteurs ont décrits sous différents noms, et que j'ai désignés sous celui de *corps sphériques* dans mon mémoire de 1873. Ces corps se pressent davantage en arrière des crêtes labiales; le long des gouttières brachiales ces corps sphériques, les *saccules* de William et Herbert Carpenter, sont encore nombreux; mais sur les bras eux-mêmes, ils ne forment plus, à partir d'une certaine distance de la base, qu'une seule rangée de chaque côté. A la base des bras et surtout à la naissance des pinnules, les corps sphériques sont encore souvent pressés sur plusieurs rangées.

On aperçoit facilement à une forte loupe les orifices des entonnoirs vibratiles sous forme d'un pointillé tel que celui qu'a figuré Johannes Müller dans son célèbre mémoire; ces orifices ne paraissent pas affecter une disposition déterminée, ils sont cependant plus nombreux le long des gouttières radiales ou brachiales, leur nombre est lui-même très variable; mais il m'a toujours paru que, pour l'*Antedon rosacea*, il ne dépassait guère une centaine par secteur et devait, au total, être voisin de 500 dans les exemplaires les mieux développés. Nous ne mettons pas pour cela en doute l'évaluation de Ludwig qui porte ce nombre à 1,500, mais peut avoir eu affaire à des individus mieux pourvus que les nôtres. Cela n'aurait rien d'étonnant, puisque le nombre des entonnoirs vibratiles varie avec l'âge sur le même individu, et commence par l'unité; de toutes façons, et c'est la seule chose importante à retenir, ce nombre est très grand.

Quelquefois le long des gouttières radiales les téguments présentent de chaque côté une assez large bande marquée de points mats très serrés; ces bandes confluent en arrière des crêtes labiales, et laissent, par conséquent, simplement une aire lisse triangulaire sur le bord du disque. C'est sur ces

bandes pointillées que les entonnoirs vibratiles nous ont paru acquérir les plus grandes dimensions.

Nous aurons trop souvent à revenir sur les caractères offerts par les bras et par les cirres pour qu'il soit utile d'insister davantage ici. Nous rappellerons seulement que sur les bras d'une même paire, la première pinnule externe est beaucoup plus longue et plus grêle que les autres, et se rabat souvent vers la bouche, de manière que le disque soit étroitement embrassé par ces dix appendices spéciaux; elle est dépourvue de gouttière ambulacraire. Ces pinnules, qui semblent remplir des fonctions tactiles, sont désignées sous le nom de *pinnules orales*.

L'étude de la Comatule adulte semble se diviser naturellement en deux parties, la première concernant la partie centrale de l'animal, celle qui contient le tube digestif, de laquelle divergent les ramifications de l'appareil génital, et que l'on nomme le disque; la seconde concernant les bras et leurs ramifications ou pinnules, qui contiennent les parties fertiles de l'appareil génital. Mais cette division n'est pas aussi naturelle qu'elle le paraît. Nous savons, en effet, que les bras comprennent une partie supérieure ou ventrale qui est molle; une partie inférieure ou dorsale, qui est divisée en tronçons successifs ou articles, dont les tissus sont pénétrés de calcaire. Or toutes ces parties sont en étroite connexion avec des parties correspondantes du disque. Les parties molles des bras sont formées, en effet : 1° par le canal tentaculaire ou *canal ambulacraire;* 2° par une expansion de la paroi du corps, divisée elle-même par deux cloisons incomplètes en trois cavités superposées : la *cavité sous-tentaculaire*, la *cavité génitale*, la *cavité dorsale*. Les parois de ces parties molles sont en continuité avec la partie dure ou calcifère des bras. D'une part, celle-ci, par l'intermédiaire de la série des pièces radiales, va se rattacher à la plaque centro-dorsale qui porte les cirres, et sur laquelle repose l'ensemble des parties molles du disque; d'autre part, le canal ambulacraire se continue en quelque sorte à la surface du tégument ventral du disque jusqu'au cercle ambulacraire buccal; de sorte que le bras se dissocie, en quelque sorte, en arrivant au disque; sa partie supérieure, son canal ambulacraire passant au-dessus du disque, sa partie inférieure ou calcaire passant au contraire au-dessous du disque pour rejoindre la plaque centro-dorsale.

Les trois cavités des bras comprises entre les deux parties qui se séparent ainsi sont en continuité elles-mêmes avec des parties différentes de la cavité générale : les cavités sous-tentaculaires aboutissent à la portion axiale de la cavité générale, celle qu'entoure l'intestin ; la cavité génitale s'insinue entre les feuillets d'un sac spécial, le *sac viscéral*, qui entoure à distance le tube digestif, et le sépare de la paroi du corps ou *périsome;* enfin les cavités dorsales aboutissent à une cavité spéciale, située au fond du cœlome, immédiatement au-dessus de la rosette et que nous avons appelée le *cercle basilaire*. Toutes les parties des bras sont donc en rapport tellement étroit avec quelque partie du disque, que leur étude en est inséparable au point de vue physiologique.

Nous diviserons ce travail de manière à tenir autant que possible compte de ces rapports, et nous étudierons successivement :

1° Le périsome ;

2° Le tissu calcifère et les parties motrices des articles des cirres, des bras et des pinnules ;

3° Le tube digestif ;

4° Le sac viscéral ;

5° Les entonnoirs vibratiles ;

6° Les tubes hydrophores et l'appareil aquifère ;

7° L'ensemble de l'appareil d'irrigation ;

8° Le système des canaux absorbants comprenant : les vaisseaux intestinaux, le plexus génital, le plexus labial et l'organe spongieux ;

9° L'appareil génital ;

10° Le système nerveux.

Nous traiterons de ces diverses parties surtout au point de vue anatomique ; la description histologique sera faite cependant dans la mesure où elle éclaire l'anatomie.

II

STRUCTURE DU PÉRISOME.

Les diverses parties du corps ne sont pas, chez l'*Antedon rosacea*, limitées de la même façon. La masse globuleuse ou *nucleus*, autour de laquelle

rayonnent les bras, est formée par la totalité du tube digestif, l'organe axial d'où naissent les rachis génitaux, et un grand nombre de canaux séparés par des membranes conjonctives. Elle est limitée extérieurement par un sac à parois molles, percé des deux orifices buccal et anal, et qu'on peut appeler le *sac nucléaire* ou *périsome*. La masse viscérale et le sac nucléaire qui la contient reposent sur le calice encroûté de calcaire que forment les bras en s'insérant sur la plaque centro-dorsale; le tissu de ce calice est le même que celui de la partie calcaire des bras, tandis que le tissu du sac nucléaire est en continuité avec celui de la face ventrale des bras. Nous avons à examiner d'abord la constitution du périsome.

Parois du sac nucléaire.

La structure des parois du sac nucléaire se modifie un peu suivant la région du sac que l'on considère. Au pourtour de la bouche, dans le tube anal, sous les gouttières radiales, et enfin dans les régions autres que celles que nous venons d'indiquer et que l'on peut appeler les régions normales, cette structure présente quelques particularités distinctives de chaque région. Dans toutes ses parties, la paroi du sac viscéral peut cependant être décomposée en trois couches (*Archives du Muséum*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 163-164) : 1° une couche extérieure cellulaire; 2° une couche moyenne où l'on aperçoit tout à la fois des fibres et des cellules, et que l'on peut en conséquence appeler la couche fibro-cellulaire; 3° enfin une couche interne fibreuse, représentée dans la région normale par une simple couche de fibres-cellules, mais qui peut se développer beaucoup sous les gouttières radiales ou dans la région de raccordement des bras et du sac nucléaire. Cette couche contracte, du reste, avec les diverses parties sous-jacentes et notamment avec le sac viscéral des rapports extrêmement variables suivant la région du sac nucléaire que l'on considère.

La couche externe, la plus constante, est limitée par une mince membrane épithéliale formée de cellules aplaties, plus longues chez les jeunes individus. Les noyaux de ces cellules sont faiblement colorés par l'éosine. A cette couche viennent s'attacher des éléments étoilés analogues à ceux que j'ai décrits et figurés dans mes *Recherches sur l'anatomie et la régéné-*

ration des bras de la Comatula rosacea (1), et dans lesquels se trouve le contenu jaune qui est aujourd'hui généralement considéré comme une algue parasite. Dans la région où elle est bien développée, cette couche ne se colore que faiblement sous l'action de l'éosine, et les éléments qu'elle contient se détachent en rose sur un fond transparent légèrement teinté de brun. La couche fibro-cellulaire suivante est au contraire nettement colorée en rose clair; sur une même coupe verticale, cette couche présente d'un côté à l'autre du corps un aspect bien différent. Ainsi sur une série de coupes parallèles au plan ano-buccal de l'*Antedon rosacea*, je trouve la paroi du corps d'une grande minceur dans toute la partie latérale et dorsale du segment opposé au tube anal, où les trois couches sont d'ailleurs peu distinctes, tandis que dans la région correspondante du côté opposé l'épaisseur de la paroi est au moins double, et les trois couches bien distinctes (*N. A. M.* 3e série, t. II, pl. I, fig. 164). La plus développée des trois est la couche moyenne rosée; elle contient, outre les les fibres, des traînées de cellules qui se disposent en épais cordons ramifiés et anastomosés. Il est facile, par dilacération, d'isoler quelques-unes de ces cellules; elles sont polymorphes, souvent arrondies, parfois étroites, toujours granuleuses, pourvues d'un petit noyau qui ne se distingue du protoplasma environnant que par sa plus grande homogénéité; ce noyau contient un nucléole que l'éosine colore vivement en rouge. Ces amas cellulaires prennent, ainsi que la couche dont nous parlons, leur maximum de développement dans la région où la paroi du sac viscéral se relie aux bras, et si l'on cherche comment se fait, dans cette région, le raccord entre les tissus formant la paroi libre du sac nucléaire et ceux qui reposent sur le calice, on trouve que la couche moyenne tout entière se continue avec les lames externe et moyenne des enveloppes membraneuses du tube digestif, auxquelles se relient elles-mêmes les membranes aréolées de la cavité générale (2). Les feuillets internes de ces enveloppes demeurent isolés de la paroi du corps dans la partie extra-calicinale du sac nucléaire et forment une enveloppe continue au tube digestif; les feuillets moyens et externes s'écartent en arrivant dans la région où la paroi du sac nucléaire se raccorde avec les bras, et laissent ainsi entre

(1) *Archives de zoologie expérimentale*, tome II, 1873, page 53 et planche III, figure 11.
(2) Voir *Nouvelles Archives du Muséum*, 3e série, t. II, pl. 1, fig. 165.

eux un angle absolument rempli par un tissu en continuité immédiate avec la couche moyenne de la paroi du corps ; il ne peut y avoir aucun doute à cet égard, et il semble résulter de là que des trois couches que nous avons distinguées dans la paroi du corps, l'externe seule, comprenant l'épithélium et les cellules étoilées, doit être considérée comme formant la partie propre de cette paroi ; les autres sont homologues de parties qui se retrouvent partout autour du tube digestif, et forment non seulement les enveloppes auxquelles Ludwig a donné le nom de *sac viscéral*, enveloppes dont nous avons suivi le développement, mais encore les trabécules et les membranes aréolées qui viennent se raccorder avec ces enveloppes. Nous rappellerons ici que le sac viscéral n'a rien à faire avec les enveloppes péritonéales primitives issues du sac digestif, et n'en représente nullement une simple transformation ; on ne peut donc dire que les couches moyenne et interne de la paroi du sac nucléaire en soient la partie entodermique, la partie péritonéale.

L'étude de la région de raccord entre le sac nucléaire et les bras, permet de déterminer la nature des cordons cellulaires contenus dans la couche moyenne de la paroi de ce sac. On voit, en effet, dans cette région le tissu fibreux et les amas cellulaires qu'il contient passer insensiblement au tissu aréolé dans lequel se dépose le calcaire dans la partie solide des bras. Les amas cellulaires se circonscrivent peu à peu, et passent insensiblement aux groupes de cellules qui occupent les nœuds des mailles du tissu aréolé, dont ils sont par conséquent les homologues ; il paraît difficile de les considérer autrement que comme des cellules conjonctives demeurées à un degré inférieur de différenciation.

Entre la bouche et l'anus, l'épaisseur du tégument est très grande : la couche externe et la couche moyenne sont bien développées, et les cellules de cette dernière se pressant davantage sur sa partie interne, s'y rassemblent en une couche continue, fortement colorée, sur la face interne de laquelle s'applique une mince couche de fibres. Cette couche est elle-même revêtue par une couche cellulaire formée, à quelque distance de la bouche, par de petites cellules aussi larges que hautes, à gros noyau, mais dont la forme se modifie à mesure qu'elle se rapproche du tube anal ; les cellules s'allongent ordinairement en fuseau. A cette couche se rattachent de nombreux trabécules formés de paquets de cellules fusiformes qui unis-

sent la paroi interne du sac nucléaire à la paroi externe du sac viscéral.

Dans la paroi du tube anal (*N. A. M.* 3ᵉ série, t. II, pl. I, fig. 166), l'éosine fait immédiatement apparaître trois couches bien distinctes et très développées, qu'il ne faudrait pas cependant prendre pour les trois couches fondamentales que nous venons de distinguer. La couche externe est bien celle que nous avons rencontrée déjà dans les autres parties du périsome; elle est remarquable par son épaisseur, la grande netteté et les dimensions des éléments fusiformes, à prolongements ramifiés, qui en constituent la partie essentielle; le noyau ovale de ces éléments, occupant toute la largeur de leur partie renflée, contient un ou plusieurs nucléoles. Par places, d'autres éléments fusiformes, plus petits et plus faciles à colorer, au lieu de demeurer isolés, se groupent en masses qui affectent d'ordinaire la configuration d'un cône dont la base reposerait sur les téguments. Cette disposition rappelle celle que nous aurons à signaler plus tard dans les bras, et qui constitue la terminaison des nerfs dans le tégument de ces régions du corps. La couche colorée en rose qui suit la couche externe, n'est que la partie externe de la couche moyenne; la partie interne de cette couche et les tissus qui la suivent, se colorant très vivement par l'éosine et le carmin, présentent une même teinte; ils sembleraient ainsi former une épaisse couche unique, qu'il faut en réalité décomposer en deux, et de laquelle naissent les trabécules interposées entre le nucléaire et le sac viscéral. Au contraire, au voisinage immédiat de la bouche, dans la région occupée par le *plexus péribuccal*, la paroi du corps est, sur un grand nombre de points, en continuité immédiate avec les grandes trabécules qui forment les mailles entre lesquelles courent les canaux constituant le plexus proprement dit.

Au-dessous des canaux radiaux, la paroi du sac nucléaire subit naturellement de nouvelles modifications. On peut l'étudier, par exemple, tout le long de la coupe longitudinale du canal radial antérieur que l'on trouve dans toute son étendue sur les coupes verticales, ano-buccales bien orientées. Sur une semblable coupe, on distingue, en procédant de l'extérieur vers l'intérieur : 1° l'épithélium cylindrique cilié de la gouttière radiale, identique à l'épithélium correspondent de la gouttière des bras; — 2° la couche sous-épithéliale très finement fibrillaire que Ludwig et Herbert Carpenter considèrent comme nerveuse; — 3° la bandelette fibreuse sous-

ambulacraire que j'ai décrite comme une bandelette musculaire en 1873; — 4° le canal ambulacraire radial, intérieurement tapissé par un épithélium à cellules polygonales aplaties, rappelant celles qui constituent l'épithélium de la cavité des bras, et notamment de la cavité dorsale; — 5° la cavité sous-tentaculaire, dont le plancher inférieur, parcouru par un réseau de granules pigmentaires bruns, se décompose de place en place en lamelles superposées, et donne attache à des trabécules qui se relient au sac viscéral, séparé de lui par un espace assez large.

Le canal ambulacraire est, comme dans les bras, traversé par des trabécules qui s'étendent entre sa paroi supérieure et sa paroi inférieure, et s'implantent sur l'une et l'autre, comme nous l'avons décrit dans la seconde partie de ce travail. La paroi inférieure du canal est assez épaisse, et constituée principalement par des éléments fusiformes, allongés dans le sens de la longueur du canal. — On observe aussi par places, dans ce plancher, des fibres transversales, qui continuent les fibres musculaires de la face dorsale des tentacules. Dans le plancher inférieur de la cavité sous-tentaculaire, les éléments dominants sont aussi des éléments fusiformes très allongés, à faible renflement nucléaire, diversement orientés dans la substance homogène qui se retrouve dans presque tous les tissus des Échinodermes, et où il sont associés aux éléments granuleux du réseau pigmentaire. Ce plancher s'épaissit et devient plus nettement fibreux dans la région où les bras se raccordent au sac nucléaire. Il est essentiellement formé de deux lames de tissus qui se séparent lorsque le bras se détache du périsome. L'une des lames se continue dans la cavité sous-tentaculaire du bras; l'autre se replie le long du périsome et se continue directement avec la couche moyenne et la couche profonde de ce dernier. Entre ces deux lames se trouve un système de cavités dans lesquelles courent les cordons génitaux. Elles sont, nous l'avons dit, essentiellement fibreuses. Parmi les éléments qu'on y constate, quelques-uns méritent tout particulièrement d'être signalés, ce sont de délicates fibrilles s'étendant sur une grande longueur et présentant à des intervalles réguliers des renflements fusiformes, présentant parfois un très petit nucléole. Ces fibres, qui se montrent isolées dans le plancher de la cavité sous-tentaculaire, ne diffèrent en rien de celles qui s'associent pour former

ce que tout le monde aujourd'hui considère comme les cordons nerveux des *Antedon*. Dans la préparation que j'ai sous les yeux elles se montrent surtout dans la partie du plancher qui avoisine la région péri-œsophagienne, où elles sont mélangées à des faisceaux longitudinaux de longues fibres conjonctives, non variqueuses, continues avec celles qui soutiennent les trabécules membraneuses de la cavité générale. Le contraste entre l'aspect des deux sortes de fibres est frappant, et l'attention une fois appelée sur les premières, il est facile de les reconnaître dans les régions où elles sont plus pressées, et où elles pourraient passer inaperçues. On les retrouve, par exemple, dans les parois du canal ambulacraire, mais ce qui est plus important et ce qui ne laisse guère de doute sur leur nature, c'est que les mêmes coupes longitudinales de la paroi du canal radial montrent qu'au voisinage de la bouche, la couche sous-épithéliale, qui s'est graduellement épaissie en se rapprochant de cette région, est en grande partie formée de fibres semblables, dont un grand nombre se prolongent sur les tentacules péribuccaux et s'entremêlent à leurs fibres musculaires, formant ainsi à ces tentacules une sorte d'enveloppe nerveuse. Les extrémités des fibres se trouvent, comme on sait, dans les papilles, autour de la fibre centrale que chacune d'elles contient. Toutes ces connexions sont bien celles que pourraient présenter des fibres nerveuses, et c'est là un argument en faveur de la nature nerveuse de la bandelette sous-épithéliale dont nous avons indiqué les rapports dans la troisième partie de notre mémoire (1), et qui est traversé par les fibrilles nerveuses qui prolongent, vers le bas, les cellules de l'épithélium cilié de la gouttière. Nous verrons plus loin que ces fibrilles sont elles-mêmes très probablement de nature nerveuse.

A ces données fournies par les coupes longitudinales, viennent s'en ajouter quelques autres fournies par les coupes transversales. On peut, en effet, constater ainsi l'épaisseur considérable de la couche moyenne dans toute la région péri-œsophagienne; cette couche contient des corps sphériques au voisinage des canaux radiaux; elle passe au-dessous de ces canaux, y acquiert une épaisseur au moins égale à celle de l'épithélium, et se continue sans interruption avec les traînées conjonctives entre lesquelles circulent les canaux du plexus péribuccal.

(1) Page 213 du tome IX, *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série et 2 du tirage à part.

III

TISSU CALCIFÈRE, MOYENS D'UNION ET APPAREIL MOTEUR DES PARTIES SOLIDES.

Tissu calcifère. — Nous désignerons désormais sous le nom de *tissu calcifère* le substratum organisé des parties de l'animal qui paraissent solides, tant le calcaire qu'elles contiennent est abondant. C'est la substance vivante qui correspond à la plaque centro-dorsale, à la rosette, aux plaques radiales, aux articles des bras, des pinnules et des cirres des Comatules. Il existe un tissu analogue dans toutes les pièces des Échinodermes dites solides; ce tissu peut recevoir la même dénomination; le nom de tissu calcifère correspond, en conséquence, à un ensemble de formations communes au plus grand nombre des Échinodermes et qui sont d'ailleurs très caractéristiques de ces animaux.

Le tissu calcifère présente dans sa structure quelques modifications, non seulement d'un groupe d'Échinodermes à un autre, mais encore dans l'étendue d'un même groupe; il se modifie suivant les parties de l'animal que l'on considère et suivant son âge; mais il présente aussi partout quelques caractères communs.

Plaque centro-dorsale. — Le tissu calcifère est essentiellement constitué par une substance fondamentale largement aréolée, hyaline, se colorant à peine sous l'action des réactifs, et présentant sur les coupes, quand on l'examine à un grossissement suffisant, de très nombreuses et très fines ponctuations, plus colorées. Dans cette substance sont disséminés des corpuscules que le carmin et l'éosine colorent en rose vif. Ces corpuscules ne sont pas ordinairement contigus; leur mode de dissémination dans la substance hyaline est assez irrégulier; ils sont cependant pour la plupart disposés en groupes assez évidents pour qu'à un premier examen ils paraissent former les nœuds d'un réseau dont les autres parties de la substance hyaline constitueraient les mailles. En réalité, la substance hyaline est creusée d'un système de cavités à section circulaire, communiquant entre elles comme les cavités d'une éponge et qui sont entièrement remplies par un réseau de substance calcaire, complémentaire en quelque sorte du réseau organisé. Ces deux réseaux remplissent réciproquement les vides qu'ils présentent.

Les corpuscules se trouvent un peu partout dans le réseau organisé dont toutes les parties ont à peu près les mêmes dimensions, de sorte qu'il ne présente pas de nœuds proprement dits, et que l'accumulation des corpuscules colorés en des points assez régulièrement espacés produit seule cette apparence.

La forme générale des corpuscules colorés est arrondie ; mais ils présentent toujours sur leur pourtour au moins deux prolongements et sont par conséquent fusiformes ou étoilés. Ces prolongements se dirigent, en général, dans l'épaisseur de la substance hyaline, d'un amas de corpuscules à l'autre et c'est à eux, en partie du moins, que la substance hyaline doit l'aspect granuleux qu'elle présente sur les coupes. La taille des corpuscules est très variable dans un même amas; chacun d'eux contient en général un très petit nucléole; quelques gros corpuscules, de forme presque sphérique, en contiennent cependant plusieurs et semblent en voie de division.

Tissu calcifère des cirres. — Sur toute la périphérie des cirres, le tissu calcifère présente les mêmes caractères essentiels que dans la plaque centro-dorsale et dans les plaques radiales (1); dans la région axiale de ces organes, il devient plus délicat, la substance hyaline est moins granuleuse, se colore encore moins nettement, et l'on n'y observe plus les petits foyers nucléaires si apparents dans la plaque centro-dorsale et même sur la périphérie des cirres. En revanche on observe, disséminés dans toute cette substance, de petits éléments fusiformes isolés ou réunis par groupes de deux ou trois et orientés dans le même sens. Tous les éléments fusiformes sont réunis entre eux par de grands filaments rectilignes, très nets, se colorant fortement comme eux par l'éosine, et constituant à l'intérieur de la substance hyaline un réseau bien distinct. Vers la périphérie des cirres, les filaments se réunissent en petits faisceaux, et tout le système se termine dans des bouquets de cellules fusiformes dont les prolongements terminaux arrivent à la surface du tégument. Cette disposition rappelle exactement celle des terminaisons nerveuses des bras que représente la figure 123, de la planche XIV.

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. 18, fig. 150 et 151.

D'autres éléments de ce réseau se pressent autour du revêtement nerveux du canal axial du cirre auquel ils se rattachent; de sorte que le réseau tout entier est très probablement de nature nerveuse. Je n'ai d'ailleurs pas vu dans les cirres de cordons nerveux plus nettement différenciés.

Le tissu calcifère des cirres des jeunes Comatules a, dans la région axiale de ces organes, une structure un peu différente. Ses mailles présentent une tendance à se disposer longitudinalement, et la presque totalité du cirre peut prendre ainsi un aspect fibreux.

Union des premières radiales. — Les premières radiales s'unissent, comme on sait, latéralement entre elles de manière à former une sorte de coupe surmontant la plaque centro-dorsale. Dans toute l'étendue de cette coupe le tissu calcifère demeure ininterrompu; de sorte qu'au point de vue organique la coupe est absolument continue. Seulement le long de cinq lignes rayonnantes, également espacées, les corpuscules se raréfient beaucoup ou disparaissent entièrement et les mailles de la substance hyaline s'allongent perpendiculairement à la direction de ces lignes. La substance hyaline se dispose donc en trabécules transversales, séparées par des vides de même diamètre, et présentant par places des anastomoses. Ces trabécules présentent assez souvent des stries longitudinales, qui sont constituées par les prolongements fibrillaires des corpuscules situés aux deux extrémités de chacune des bandes formées par l'ensemble des trabécules. Le long de la ligne médiane de ces régions particulières, où la substance hyaline prend ainsi une disposition transversale et où les corpuscules se raréfient, il se dépose peu de calcaire; la substance calcaire présente, par cela même, cinq bandes de moindre résistance. Ces cinq bandes, différant fort peu, en somme, du tissu voisin, sont ce qu'on nomme des *sutures* ou *synostoses* (*N. A. M.*, 2e série, t. IX, pl. XVIII, fig. 146 à 151); là où elles existent elles divisent la substance calcaire en plaques qui paraissent jouir d'une autonomie spéciale. On ne peut, à aucun point de vue, séparer le tissu qui forme les sutures, de la substance hyaline avec laquelle il est continu; il n'en constitue même pas une différenciation spéciale au point de vue histologique; son aspect particulier tient uniquement à l'élongation transversale de ses mailles; il n'est pas nécessaire de créer un nom spécial pour le désigner. Herbert Carpenter ne rend pas suffisamment sensible ce mode

de structure lorsqu'il écrit (1) : « L'union intime des deux pièces est réalisée au moyen de fibres de tissu conjonctif, qui passent de la base organique et pigmentée de l'une des pièces à celles de l'autre. » Il ne faudrait pas croire qu'il existe là des fibres spéciales unissant deux pièces indépendantes. L'aspect fibreux est obtenu par une simple modification dans la disposition des vides et des pleins de la base organique elle-même. Il est dès lors probable que c'est simplement au figuré qu'Herbert Carpenter parle des *extrémités* des fibres qui, d'après lui, unissent les plaques dans le passage qui suit immédiatement celui que nous venons de citer (2). Il existe un tissu semblable entre la centro-dorsale et chacune des premières radiales qui lui sont superposées.

Entre la 1re et la 2e radiales, le tissu calcifère est remplacé par un tissu avec lequel sa substance fondamentale est également en continuité absolue, que l'on peut, à première vue, considérer comme résultant d'une simple différenciation de cette substance; mais ici la différenciation est beaucoup plus avancée que celle de la substance constituant la suture des premières radiales entre elles. Les matières colorantes accusent, en effet, deux couches bien nettes dans ce nouveau tissu. La couche inférieure correspondant à la moitié inférieure de la surface d'articulation, entre les deux radiales se colore faiblement par l'éosine, fortement au contraire, et en violet, sous l'action combinée du bleu de méthylène et du picro-carminate d'ammoniaque; elle se décompose en filaments fibreux très fins; elle constitue pour la plupart des auteurs un *ligament articulaire*, c'est-à-dire un corps inactif, n'intervenant dans les mouvements de l'animal qu'en raison de son élasticité. La couche supérieure, beaucoup plus nettement arrêtée que l'inférieure dans son contour, se distingue encore de cette dernière parce qu'elle se colore très énergiquement sous l'action de l'éosine, faiblement au contraire et en bleu sous l'action combinée du bleu de méthylène et du picro-carminate d'ammoniaque; elle a, comme la couche précédente, un aspect fibreux, mais les filaments qui la composent et qui semblent au premier abord présenter deux extrémités nettement arrêtées, sont plus épais

(1) *Report on the Crinoida*, page 2.

(2) These fibres are sometimes quite short, and *their ends* are surrounded by the denser layers of calcareous reticulation on the opposed surface of the two joints, wich are thus closely and immovably fitted together, though they can be separated by the action of alkalis.

et plus réfringents que ceux de la substance dite ligamenteuse. Tous les auteurs considèrent ce tissu rigide, réfringent, nettement limité, comme du tissu musculaire. Il est généralement disposé en deux masses distinctes de chaque côté du cordon nerveux, et au-dessus de lui. Les 1^res^ radiales seraient donc unies aux secondes par un ligament et deux muscles. Il n'existerait au contraire que de la substance ligamenteuse entre la 2^e^ et la 3^e^ radiales; entre celles-ci et les 1^res^ brachiales le tissu ligamentaire et le tissu musculaire se combineraient de nouveau; le tissu musculaire manquerait de nouveau entre la 3^e^ et la 4^e^ brachiales, la 9^e^ et la 10^e^, la 14^e^ et la 15^e^, et son absence se renouvellerait régulièrement dans la série des articles des bras. Là où le tissu musculaire manque, l'articulation devenue immobile prend le nom de *syzygie*. Entre les articles des cirres il n'y aurait pas de substance musculaire, mais simplement des ligaments.

Il est incontestable que le tissu fibreux intercalé entre les régions calcifiées des bras prend deux formes bien différentes; mais pourquoi appelle-t-on *ligamenteux* le tissu qui se colore peu, et *musculaire* celui qui se colore fortement sous l'action de l'éosine ou du carmin? Nous avons vainement cherché la raison de cette détermination, qui entraîne avec elle aussi bien pour les Crinoïdes fixés que pour les Comatulides un certain nombre de conséquences dont l'examen est nécessaire.

S'il n'existait, en effet, que des ligaments dans la tige et les cirres, ces organes devraient être immobiles; si la moitié inférieure des articulations des bras ne présentait que des ligaments, les bras ne devraient pas pouvoir se recourber au-dessous du disque, et lorsque l'animal meurt, les muscles se relâchant et ne contrebalançant plus les effets de l'élasticité des ligaments, il devrait mourir les bras largement étendus. Or, il n'en est rien.

Alexandre Agassiz dit des cirres des *Pentacrinus* (1) : « Ils se meuvent plus rapidement que les bras; les *Pentacrinus* s'en servent comme de crochets pour faire leur proie des objets voisins, et la pointe aiguë qui les termine les rend bien propres à cet usage. La tige elle-même passe lentement d'une attitude verticale rigide à une position courbée ou même enroulée. » La tige est donc mobile comme les cirres. Chez les Comatules,

(1) *Bulletin of the Museum of comparative Zoology*, vol. V, n° 11, page 296.

les mouvements des cirres ne sont pas aussi apparents qu'ils paraissent l'être chez les Pentacrines, mais leur mobilité ne saurait être mise en doute; les Comatules détachées de leur support ne pourraient pas s'accrocher de nouveau si leurs cirres étaient incapables de se mouvoir. La mobilité des bras est aussi plus complète que ne le comporterait la détermination habituellement donnée de leur appareil moteur. Les Comatules adultes se trouvent très fréquemment appliquées à la face inférieure des pierres, contre les anfractuosités desquelles leurs bras sont si exactement appliqués qu'il faut prendre de grandes précautions pour détacher l'animal sans le briser; cela suppose que les bras sont capables de se fléchir du côté dorsal; dans un aquarium, quand une Antédon est sur le point de mourir, on la voit presque constamment enrouler ses bras en une spirale à concavité ventrale; c'est là sans aucun doute une attitude de repos; or, les prétendus muscles étant tous situés du côté ventral, cette attitude exigerait justement la contraction de ces muscles, c'est-à-dire un état d'activité, s'il n'y avait du côté ventral que des ligaments. Quand on plonge brusquement une Comatule dans l'alcool, elle rabat volontairement tous ses bras du côté dorsal et meurt dans cette attitude; ce mouvement ne peut guère s'expliquer que par une contraction des prétendus ligaments, qui doivent, dès lors, être considérés comme des muscles.

Quand une Antédon nage, elle frappe alternativement l'eau à l'aide de cinq de ses bras qu'elle fait gracieusement onduler et qui, dans leurs ondulations, se courbent tout aussi bien du côté dorsal que du côté ventral; des différents mouvements qu'exécute alors l'animal, les plus utiles pour la natation sont les mouvements de haut en bas des bras; ce sont justement ceux-là qui seraient exécutés d'une façon passive s'il n'existait, du côté dorsal, que des ligaments. Ainsi, aussi bien quand on considère la tige ou les cirres des Crinoïdes que lorsqu'on considère leurs bras, il est impossible de considérer comme inactives les masses fibreuses, se colorant faiblement par l'éosine, qui sont les seules parties non calcifiées dans toute l'étendue transversale de la tige et des cirres, et qui occupent la moitié dorsale de la partie non calcifiée des bras et des pinnules. Si ces parties sont contractiles, on doit les considérer comme des muscles. Au point de vue histologique ces muscles sont, à la vérité, aussi peu différenciés que possible,

mais, au point de vue physiologique, on ne peut leur refuser cette qualité. Nous les étudierons tout d'abord dans la région comprise entre la première et la deuxième radiales chez une jeune Comatule à 27 pinnules.

En raison des plus faibles dimensions des bandelettes protoplasmiques qui les constituent, nous appellerons les muscles dorsaux des bras et les muscles analogues des cirres et de la tige *muscles fibrillaires* ou encore *muscles hyalins ;* les muscles du côté ventral peuvent être désignés sous le nom de *muscles fibreux* ou sous celui de *muscles réfringents*, qui fait allusion à la grande réfringence de leurs fibres.

Si l'on fait une série de coupes horizontales d'un bras, en commençant par la région dorsale, on trouve d'abord les muscles fibrillaires constitués par de fines fibrilles dont la longueur diminue de chaque côté, à mesure qu'on s'éloigne de la ligne médiane dorsale, de sorte que la coupe de l'ensemble du champ musculaire a la forme d'une ellipse légèrement tronquée aux extrémités de son grand axe. Ces fibrilles s'étendent sans interruption, d'un article à l'autre et se raccordent à la substance fondamentale du tissu calcifère, exactement comme les bandelettes ligamentaires qui unissent latéralement les premières radiales. Leur état aux diverses périodes du développement comme leurs relations actuelles, montre que ces fibrilles ne sont autre chose qu'une partie différenciée de cette substance. De là une importante conséquence. Si le tissu dont il s'agit est vraiment contractile, comme cette propriété est caractéristique du protoplasma, la substance hyaline granuleuse qui forme la plus grande partie du tissu calcifère est elle-même du protoplasma, et c'est un argument en faveur de l'opinion que les corpuscules qu'elle contient sont non pas des cellules, mais les noyaux d'une sorte de plasmode dans lequel se déposerait le calcaire. Le mot plasmode serait ici d'autant mieux à sa place que le tissu calcifère commence par être exclusivement cellulaire.

Les raccords des fibrilles musculaires avec le tissu calcifère sont en partie masqués par de gros éléments fortement colorés par l'éosine et le carmin, et sur lesquels nous aurons à revenir ; mais on peut facilement les apercevoir avec un peu d'attention sur des coupes suffisamment minces ($0^{mm},001$ environ) ; nous les avons représentés en g', fig. 124, pl. XIV (*Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX). On voit sur cette figure, que

sur les bords de chaque région calcifère, la substance hyaline émet des prolongements qui se découpent rapidement en pinceaux de fines fibrilles constituant le muscle. La substance hyaline, au moment où elle se découpe ainsi, conserve d'ailleurs tous ses caractères chimiques et physiques. Tandis que les filaments des muscles réfringents présentent dans toutes les circonstances où nous les avons observées, une rigidité presque absolue, les fibrilles des muscles hyalins présentent très fréquemment et toutes ensemble, dans leur région moyenne, une brusque sinuosité. Si elles étaient simplement élastiques, comme on le suppose, quand les muscles sont contractés, comme cela arrive souvent dans l'alcool, ces fibrilles devraient être à l'état de tension et, par conséquent, rectilignes. Quand les muscles sont à l'état de relâchement, elles devraient revenir à l'état rectiligne sans le dépasser. L'état de plissement où on les trouve si souvent, s'accorde donc assez mal avec le rôle d'antagonistes élastiques des muscles, auquel elles seraient réduites si elles constituaient de simples ligaments.

D'assez nombreux noyaux sur lesquels nous aurons à revenir sont disséminés entre les fibrilles des muscles hyalins. Près de la surface externe de la masse musculaire les fibres sont très serrées, et les noyaux d'abord assez rares, mais ils se multiplient à mesure que l'on se rapproche de l'axe nerveux, qui est toujours situé dans la région occupée par les muscles hyalins, comme le montre en N la figure 118 de la planche XIII.

En se rapprochant de la région moyenne des bras, voisine de l'axe nerveux, les fibrilles, sans changer de caractère, se groupent en faisceaux assez espacés, et un certain nombre d'entre elle, au lieu de demeurer, sensiblement rectilignes, suivent un trajet plus ou moins sinueux de manière à établir des anastomoses entre les faisceaux. Les faisceaux sont eux-mêmes comprimés verticalement, et les fibres contenues dans une substance hyaline, de laquelle se détachent de place en place de grêles filaments semblables à de délicats pseudopodes qui réuniraient les faisceaux voisins. En même temps apparaît une disposition nouvelle. Une mince membrane sinueuse, dont la direction générale est perpendiculaire à l'axe du bras, traverse la masse fibreuse dans toute son étendue et s'accole exactement dans sa région moyenne à l'axe nerveux. Cette membrane est elle-même fibreuse et fenestrée ; un grand nombre des fibres longitudinales

du muscle la traversent de part en part; d'autres au contraire viennent s'insérer sur elle.

De nombreux noyaux apparaissent maintenant entre les fibrilles; ces noyaux sont unis entre eux par de grêles filaments; nous verrons plus tard qu'il y a de bonnes raisons pour considérer ce nouvel ensemble de noyaux et de grêles filaments comme faisant partie du système nerveux.

En abaissant l'objectif, on ne tarde pas à voir la membrane sinueuse transversale remplacée par une bande de noyaux disposés sur deux ou trois rangs et contenus à l'intérieur d'une traînée protoplasmique transversale, comme la membrane elle-même. C'est l'aspect qui a été représenté d'après une autre partie d'une Comatule tout à fait adulte en p_2, fig. 122, Pl. XIV. Cette bande de noyaux arrive jusqu'au contact de l'axe nerveux, et finalement elle se confond avec le revêtement cellulaire de cet axe. Nous aurons encore à revenir sur la signification de cette traînée de noyaux, en nous occupant du système nerveux.

Entre la 1re et la 2e brachiales la totalité de l'articulation est constituée, exactement comme entre la 2e et la 3e radiale, par une masse musculaire hyaline que Ludwig n'a pas distinguée des autres dans son schéma et qui est représentée dans le nôtre (1), par une teinte ombrée, encore insuffisamment distincte de celle par laquelle nous avons indiqué la syzygie, placée entre la 3e et la 4e brachiales. Bien qu'entre la 2e et la 3e radiales, comme entre la 1re et la 2e brachiales, on n'observe que le tissu habituellement considéré comme du tissu ligamentaire, les articulations entre ces plaques ne sont pas, en effet, de véritables syzygies. On y voit sans doute pénétrer, comme dans la région moyenne de ces dernières, un diverticule de la cavité dorsale des bras, représenté dans notre schéma seulement, entre la 2e et la 3e radiales, bien qu'il existe aussi entre la 1re et la 2e brachiales. Mais la masse musculaire est ici beaucoup plus allongée longitudinalement que dans les vraies syzygies (près du double) et ne se décompose pas, comme dans ces dernières, en cylindres rayonnants formés de fibres fines et courtes qui seront décrites plus tard. Il y a, à cet égard, un contraste frappant entre ces deux fausses syzygies et la première vraie syzygie qui

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, planche XX, fig. 162.

est comprise entre la 3e et la 4e brachiale, comme l'ont indiqué tous les auteurs. A partir de la 3e brachiale, les diverses articulations des bras ne présentent plus que la forme ordinaire des articulations mobiles ou la forme des vraies syzygies.

Muscles des cirres. — Les faisceaux musculaires des cirres sont tous hyalins; ils sont plus longs du côté dorsal des cirres que du côté ventral, dans la région moyenne que dans la région latérale, de sorte que les coupes horizontales ont souvent la forme d'ellipses tronquées aux deux bouts. La structure de ces masses musculaires est exactement la même que celle des masses hyalines des bras. Elles présentent comme elle à chacune de leurs extrémités une plaque de gros corpuscules colorés fortement par l'éosine qui accuse nettement leur limite, et sont traversées dans leur région moyenne par une lame transversale à laquelle succèdent des bandes de noyaux se reliant, comme dans les bras à l'enveloppe nerveuse du canal axial du cirre. C'est aussi dans la région occupée par cette membrane ou ces bandes de noyaux, que se trouve l'axe des plissements que présentent souvent ces masses fibreuses comme celles des bras. Dans les cirres, les masses musculaires hyalines n'ont pas pour antagonistes des masses musculaires réfringentes. On ne peut donc expliquer leur plissement si fréquent par une différence dans le mode de rétraction des deux sortes de muscles sous l'action de l'alcool. Ces plissements, qui ont toujours pour point de départ une région plus directement en rapport que les autres avec les axes nerveux, semblent bien devoir être rapportés à une propriété spéciale de ces masses; ils sont assez fréquents pour qu'on puisse les considérer comme répondant à un état physiologique déterminé, et l'on est autorisé à penser que cet état est lié aux mouvements des bras et des cirres.

Muscles réfringents. — Les muscles réfringents, ceux que l'on a toujours et presque exclusivement désignés sous le nom de muscles, sont disposés par paires entre les parties calcifiées des bras et des pinnules. Ils sont formés de bandelettes plus larges dans le sens vertical des bras que dans le sens transversal et dont la longueur atteint $0^{mm},7$. Ces bandelettes aplaties peuvent se presser plus ou moins les unes contre les autres, de manière à former des faisceaux; mais elles ne contractent jamais aucune

anastomose, et demeurent indépendantes sur toute leur longueur, qui est celle du muscle lui-même. Dans un même faisceau les bandelettes ne se juxtaposent pas de manière que leur bords supérieurs et inférieurs soient sur le même plan; chacune se place un peu au-dessous de la précédente, de sorte que la coupe transversale des faisceaux se présente sous l'aspect d'un arc plus ou moins fermé (1).

Chaque faisceau μ (2) vient se souder à ses extrémités avec la substance hyaline fondamentale du tissu calcifère (3) qui semble, au point μ', où elle s'unit aux fibres, se diviser en une sorte de peigne dont les dents, représentées par les fibres, seraient disposées suivant une surface courbe dont ces fibres seraient les génératrices. Nous savons, par ce qui a été dit du développement des muscles dans la seconde partie de ce travail (4), que les fibres en question ne résultent nullement d'une simple différenciation de la substance hyaline : elles se forment isolément dans des cellules spéciales, et ce n'est qu'après s'être nettement caractérisées qu'elles entrent en connexion par leurs extrémités souvent bifurquées avec cette substance hyaline. La séparation entre les fibres réfringentes et la substance hyaline est d'ailleurs toujours parfaitement nette; il n'y a pas passage graduel de l'une à l'autre et continuité parfaite comme dans le cas des muscles hyalins; il y a simplement juxtaposition et accolement, et, comme chaque faisceau est plus large que le tractus de substance hyaline auquel il se relie, que ces tractus sont séparés les uns des autres par des espaces vides, il semble souvent qu'une partie des fibres des faisceaux s'attache directement à la substance calcaire. Quand on vient à exercer une traction sur une coupe longitudinale de bras décalcifié, les fibres se séparent entièrement de la substance fondamentale du tissu calcifère, et se montrent très nettement terminées. Leurs deux bouts sont tantôt carrément tronqués, tantôt légèrement élargis, de même que leurs angles se projettent en une courte pointe.

Les fibres réfringentes sont toujours rectilignes; elles ont un aspect de

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XIII, fig. 117 et 118, μ. Dans ces figures, les parties ombrées des cercles représentent les masses musculaires correspondant à ces arcs.

(2) *Ibid.*, XIV, pl. fig. 121, μ.

(3) *Ibid.*, μ'.

(4) Page 182 et suivantes du tirage à part.

rigidité et de solidité qui contraste singulièrement avec la flexibilité des fibres hyalines. Cet aspect ne se retrouve que dans les fibres conjonctives de soutien qui abondent dans les tractus membraneux de la cavité générale et qui sont également très réfringentes, mais sont cylindriques au lieu d'être aplaties. La substance des fibres musculaires réfringentes est absolument homogène ou légèrement striée longitudinalement; on n'y observe pas de stries transversales. Entre les fibres, la substance interstitielle est peu abondante, parsemée de petits noyaux arrondis, tandis que des noyaux allongés, relativement grêles, sont appliqués contre la tranche des fibres; les noyaux prolongés en filaments qui abondent entre les fibres hyalines font ici complètement défaut; les corpuscules avides de matière colorante qui forment une plaque aux deux extrémités des masses hyalines sont également absents.

En résumé, les deux masses musculaires réfringentes ont l'aspect de masses fort peu actives, et, autant que l'étude de la structure des organes permet de préjuger leurs fonctions, ces masses méritent bien moins le nom de muscles que les masses fibreuses hyalines; c'est bien plutôt à elles, semble-t-il, qu'il aurait fallu appliquer la dénomination de ligaments. Je n'ai pas eu, depuis que j'ai entrepris ce travail, l'occasion d'aborder expérimentalement l'étude de cette question; mais sa solution ne paraît pas devoir présenter de grandes difficultés.

Appareil moteur des pinnules. — Les pinnules ne présentent pas de syzygies. Leur appareil moteur est à peu près identique à l'appareil moteur des bras. Chaque article est relié au précédent par deux gros faisceaux latéraux de fibres épaisses dont la longueur diminue de la région axiale à la périphérie. Immédiatement au-dessous de ces muscles vient la couche unique et impaire de fibres fines. Ces fibres, continues comme d'habitude, avec la substance homogène du tissu calcifère, sont plus courtes, plus grêles et plus espacées que celles qui occupent une position correspondante dans les bras. Sur une coupe longitudinale, elles sont, comme les fibres épaisses, parallèles au plan de la gouttière ambulacraire, plus courtes à mesure qu'on s'éloigne de la région axiale des bras, de sorte que leur ensemble présente sur une de ces coupes la forme d'un losange dont les sommets latéraux seraient tronqués. Les plans de séparation des deux

masses de fibres épaisses et de la masse de fibres fines partent du niveau des troncs nerveux, et descendent un peu obliquement vers le bas de chaque côté.

Elles présentent souvent des anastomoses et un plissement particulier dans la région moyenne qui correspond à la plaque motrice médiane, comme nous avons eu occasion de le signaler pour les bras.

L'étude du système nerveux nous permettra d'ailleurs d'apporter quelques éléments de plus à la solution de cette question, et comme les parties principales de cet appareil sont enveloppées par le tissu calcifère, nous sommes naturellement amenés à le décrire immédiatement.

IV

LE SYSTÈME NERVEUX.

Système nerveux. — On a décrit quatre systèmes nerveux chez les Comatules. Johannes Müller avait pris pour le système nerveux les rachis génitaux des bras; William Carpenter et Semper ont établi que c'était là une erreur, et le premier de ces auteurs a signalé comme devant être le système nerveux les cordons fibro-cellulaires contenus dans l'axe calcaire des bras. Cette opinion a été d'abord unanimement contestée. Du mode de génération des bras, j'avais conclu, en 1873, que les cordons en question, décrits par Johannes Müller comme des vaisseaux, étaient simplement une portion du tissu cellulaire de la partie dorsale du bourgeon brachial non envahie par la calcification. Ludwig, en 1875, se rangea à cet avis, et modifiant légèrement une opinion émise par Greeff et par Teuscher, voulut voir l'unique système nerveux des Comatules dans la bandelette sous-épithéliale de la gouttière ambulacraire. Herbert Carpenter admet que cette bandelette est nerveuse; mais il n'en conserve pas moins l'opinion de son père, de sorte qu'il existe pour lui, dans chaque bras, dans chaque pinnule, un nerf ambulacraire et un nerf axial. A ces deux systèmes nerveux, Jikeli en a ajouté un troisième. Herbert Carpenter décrit enfin, chez l'*Actinometra nigra* dans les rebords du périsome ventral qui limitent la gouttière ambulacraire, un gros nerf de chaque côté, recevant des ramifications issues du nerf axial, et émettant lui-même des branches nerveuses

vers le haut. Chaque pinnule contient ainsi deux troncs nerveux latéraux et deux médians. Après les études nombreuses déjà dont le système nerveux des Comatules a été l'objet, après les études expérimentales de William Carpenter et de Milne Marshall, il est aujourd'hui hors de toute contestation que la partie dorsale du système nerveux est constituée, chez les Comatules adultes, par la masse de tissu fibrillaire, en forme de coupe qui entoure l'organe cloisonné, par les cinq cordons radiaux qui en partent, et leur ramification dans les bras et dans les pinnules.

Nous avons donné une représentation d'une section transversale de cette coupe chez une jeune Comatule dans la figure 39 de la planche IV de ce mémoire. Les figures 148, 149, 150 et 151 de la planche XVIII en représentent des sections horizontales. Les cinq troncs nerveux radiaux viennent s'attacher à la coupe par de larges bases, et ces bases sont perforées par les diverticules de l'anneau basilaire (1), de sorte que chaque tronc semble naître de la coupe par deux racines. Entre les cinq troncs s'étendent cinq grosses commissures fibreuses transversales qui prennent naissance immédiatement au-dessus de la perforation; une de ces commissures est représentée en n_1, dans la fig. 150 de la planche XVIII. Ces commissures, en pénétrant dans les troncs radiaux, se dédoublent; une partie de leurs fibres suivent le même trajet que celles du tronc, les autres continuent leur chemin transversalement, de sorte que l'ensemble des commissures forme un anneau complet de fibres nerveuses, disposition qui a été omise par le graveur. Après avoir dépassé cette commissure transversale, la moitié de chaque tronc radial s'unit à la moitié correspondante du tronc voisin en formant une courbe à concavité extérieure dont le sommet est tangent à une autre commissure circulaire entourant immédiatement l'organe cloisonné et qui fait partie de la coupe entourant cet organe. Cette seconde commissure circulaire n'est pas représentée dans la figure 38 du mémoire de Ludwig. Les troncs radiaux demeurent simples jusque vers le milieu de la 3^e radiale; là ils se bifurquent, et chacune de leurs moitiés se rend dans un bras. Immédiatement au delà de la bifurcation et sans sortir de la 3^e radiale, on aperçoit sans difficulté le système compliqué

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2^e série, pl. XX, fig. 162, AB.

d'anastomoses décrit par Ludwig entre les deux troncs brachiaux; ces deux troncs sont d'abord unis par une commissure transversale. Cette commissure et les deux troncs qu'elle unit forment un triangle à l'intérieur duquel se croisent, en croix de Saint-André, deux commissures obliques formant un véritable chiasma (1). Ces commissures sont formées de très fines fibrilles entremêlées de petites cellules arrondies; les commissures obliques, en pénétrant dans les troncs brachiaux, s'accolent à la partie correspondante de la commissure transversale qui s'infléchit, pour suivre de conserve avec la commissure oblique la direction du tronc brachial, dans lequel elle pénètre. A l'extrémité du chiasma opposée à celle qui correspond à la commissure transversale, se trouve une autre commissure transversale, cn_2, beaucoup plus courte et plus grêle, que Ludwig n'a pas représentée (2).

La coupe qui enveloppe l'organe cloisonné peut être considérée comme un véritable centre nerveux. Sur des sections relatives à une Comatule ayant 27 pinnules à chaque bras, dans la région d'origine des cinq troncs radiaux, toute sa partie interne contient de grandes et nombreuses cellules, munies de noyaux granuleux, proportionnellement gros. Ces cellules sont souvent pyriformes ou étoilées, et l'on peut même suivre parfois assez loin leur prolongement; elles ont tous le caractère de cellules nerveuses. Il y a donc là, en fait, cinq ganglions dont l'histologie seule peut d'ailleurs révéler la présence; ils ne forment ni saillie ni protubérance sur le corps nerveux. Du sommet extérieur de ces ganglions on voit partir, dans certaines coupes longitudinales du tronc nerveux, deux traînées de nombreuses cellules disposées symétriquement dans chacune des deux moitiés des troncs radiaux; ces cellules deviennent beaucoup plus nombreuses près de l'angle de bifurcation du tronc et sont l'origine de deux traînées cellulaires analogues qui s'étendent dans toute la longueur des troncs nerveux axiaux des bras et des pinnules (3), et qui donnent également à ces troncs le caractère des centres ganglionnaires. En outre, toute la surface externe de ces gros troncs est couverte de cellules identiques aux cellules internes auxquelles on pourrait cependant contester la qualité de cellules nerveuses, en raison de ce que

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. IX, pl. 18, fig. 147, *ch*, cn_1.
(2) Voir les figures 35 et 38 de la planche XV de son mémoire.
(3) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, pl. XIV, fig. 122, *na*.

le voisinage des éléments conjonctifs rend parfois la délimitation des troncs nerveux dificile. En dehors des parties ganglionnaires dont nous venons de parler, tout le reste des troncs nerveux axiaux est constitué de fines fibrilles dont un grand nombre sont reliées à de petites cellules fusiformes, orientées de manière que leur grand axe soit dans la direction des fibrilles (1).

Ainsi non seulement les Comatules possèdent des centres nerveux ganglionnaires, mais ces centres nerveux ont encore une structure compliquée et atteignent un assez haut degré de différenciation. Les centres nerveux contiennent des cellules nerveuses bien caractérisées et disposées d'une façon déterminée; ils sont unis entre eux par de nombreuses commissures et à leur partie ganglionnaire vient s'ajouter une partie conductrice essentiellement fibrillaire. Toutefois les fibrilles nerveuses ne sont pas ici complètement différenciées; elles présentent toujours sur leur trajet un certain nombre de renflements pyriformes qui sembleraient autoriser, au premier abord, à considérer tous les cordons nerveux comme ayant une structure ganglionnaire. Mais ces renflements cellulaires des fibrilles nerveuses sont en réalité bien distincts des cellules ganglionnaires, ils sont beaucoup plus petits, toujours fusiformes et disposés de manière que leur grand axe soit parallèle à la direction du nerf (pl. XIV, fig. 123).

La figure schématique qu'a donnée Ludwig des centres nerveux de l'*Antedon rosacea* peut être considérée comme sensiblement exacte, quoiqu'il n'ait pas reconnu la véritable nature de ces centres. Il y aurait lieu seulement d'ajouter une commissure transversale au-dessous de chaque chiasma, de diminuer beaucoup la longueur des cordons rayonnants qui unissent les cordons radiaux à la coupe nerveuse au contact de laquelle les cordons arrivent, comme nous l'avons vu, en se réfléchissant sur elle, pour ainsi dire.

Les ramifications des troncs nerveux axiaux doivent être étudiées au moyen de coupes longitudinales et de coupes transversales : 1° dans les bras; 2° dans les pinnules.

En suivant d'abord une série de coupes longitudinales menées un peu

(3) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. IX, pl. 20, fig. 161, γ.

obliquement à travers un bras, de manière à contenir les pinnules dans toute leur longueur, nous obtenons dans chaque syzygie la coupe longitudinale entière de certains rayons, chacun de ces rayons est accompagné de deux nerfs, l'un antérieur, l'autre postérieur; il est facile de suivre les fibrilles de ces nerfs jusque dans l'intérieur du tronc axial; le rayon fibreux est compris entre les deux nerfs, de telle façon que dans des coupes convenablement orientées, ses fibres parallèles s'étendent entre eux comme les barreaux d'une échelle. Il n'y a, bien entendu, cependant, aucune continuité entre ces fibres et ces nerfs. Cette apparence se répète sur un certain nombre de coupes d'un même rayon syzygial, on en peut conclure que chacun de ces rayons est en quelque sorte contenu entre deux bandelettes nerveuses assez larges. On ne voit pas comment concilier le fait avec l'hypothèse que ces rayons seraient de simples ligaments inactifs (*N. A. M.*, 3ᵉ série, t. II, pl. I, fig. 167).

En outre, dans chacun des articles qui contribuent à former la syzygie, mais plus ou moins loin des faces articulaires, le tronc nerveux émet des nerfs sensitifs rayonnants, dont quelques-uns au moins sont orientés comme les rayons syzygiaux, car parmi les coupes qui contiennent ces rayons en entier, on trouve également un nerf en entier dans chaque article, non loin des muscles qui unissent les articles à leurs voisins. Un nerf orienté de même occupe la région moyenne de chacune des crêtes sur lesquelles viennent s'insérer les muscles des articulations ordinaires (*N. A. M.*, 3ᵉ série, t. II, pl. I, fig. 167).

Les coupes dont il est ici question sont horizontales, c'est-à-dire parallèles au plancher de la gouttière ambulacraire des pinnules; or, un peu au-dessus du point où naît le tronc axial de celle-ci, le tronc du bras donne naissance à trois nerfs dont l'un suit le bord inférieur de l'article qui porte la pinnule, l'autre demeure dans la région moyenne de l'article, le troisième suit le bord des faisceaux fibreux qui attachent à l'article brachial le premier article de la pinnule.

Le tronc nerveux qui se rend dans la pinnule présente lui-même deux racines, l'une volumineuse qui se détache presque à angle droit; l'autre plus grêle qui naît obliquement, un peu plus haut que la première, se dirige en décrivant une légère courbe vers la base du bras, par conséquent vers

la racine principale, de manière que les fibrilles de l'une et de l'autre deviennent parallèles; finalement les deux racines s'accolent, mais on peut encore pendant un certain trajet les distinguer l'une de l'autre (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I. fig. 168).

Nerfs sensitifs et nerfs moteurs. — Les nerfs que l'on voit naître des troncs nerveux sous forme de cordons fibrillaires, contenant comme le tronc lui-même des éléments fusiformes, me paraissent être des nerfs exclusivement sensitifs. Ils se ramifient plus ou moins dans l'article qu'ils innervent, et leurs ramifications sont dirigées dans tous les sens comme cela résulte de la comparaison des coupes longitudinales (1) avec les coupes transversales (2). Dans leur trajet les nerfs cheminent toujours dans l'épaisseur du tissu conjonctif qui remplit les interstices du calcaire. Ils sont formés essentiellement de fibrilles interrompues par des éléments fusiformes. En arrivant près de la périphérie, les éléments composant les fibres nerveuses se dissocient plus souvent et chaque ramification se termine dans les téguments par un bouquet de cellules fusiformes dont tous les éléments sont parfaitement distincts (3); on peut suivre jusqu'au contact de la membrane tégumentaire les filaments terminaux des cellules fusiformes. Quelquefois cependant les cellules terminales demeurent groupées, se terminent par des filaments formant un faisceau autour duquel le tégument se soulève en constituant ainsi un véritable organe sensitif (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 169). La membrane tégumentaire est dans toute la région dorsale des bras très mince, on trouve au-dessous d'elle à une petite distance, comme je l'ai figuré dans mon mémoire de 1873 (4), des éléments cellulaires qui ne sont pas groupés en épithélium; c'est parmi eux que se trouvent les cellules nerveuses terminales, dont le dernier prolongement périphérique se reploie sous la membrane tégumentaire et s'anastomose avec ses voisins de manière à former un réseau nerveux très serré.

Les éléments nerveux dissociés ne paraissent pas très différents d'aspect des éléments conjonctifs du tissu calcifié dans lequel ils cheminent; leurs dimensions sont cependant un peu plus grandes, leur forme plus allongée,

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XIV, fig. 122, v.
(2) *Ibid.*, pl. XIII, fig. 113 à 117, v.
(3) *Ibid.*, pl. XIV, fig. 123, v, σ.
(4) *Archives de zoologie expérimentale*, t. II, pl. III, fig. 11.

leurs fibrilles terminales plus nettes. En outre, fibrilles et cellules sont plus fortement colorées par l'éosine, gardent mieux leur coloration, et de plus, l'orientation nettement déterminée des éléments ne permet pas de se méprendre sur leur nature.

Système nerveux des bras (*coupes transversales*). — Nous prendrons comme type une série de coupes dans un bras mâle, et nous les décrirons à partir de la naissance d'une pinnule. A ce niveau, le tissu calcifère envoie des trabécules jusqu'à la surface même du tronc nerveux qui se trouve enveloppé d'une couche de ce tissu particulièrement épaisse sur la face inférieure du tronc. Cette intime adhérence en ce point peut rendre assez difficile la distinction des vrais nerfs et des simples fibres conjonctives. C'est ainsi que, dans une première préparation, je vois naître à gauche trois faisceaux de fibres nerveuses, le premier de l'angle supérieur du tronc, le second un peu au-dessous du milieu de son bord latéral, le troisième de son angle inférieur. Ce dernier faisceau est de beaucoup le plus gros, un faisceau exactement symétrique s'observe à droite; ici la continuité du tronc et de ces gros nerfs est évidente; les deux autres faisceaux de droite sont plus grêles, et leur partie la plus nettement fibreuse peut être conduite jusqu'à la surface du tronc sur laquelle elle s'applique; dès lors il devient difficile de savoir si les fibres sont fournies par la substance nerveuse elle-même ou par la couche de substance conjonctive qui la recouvre. On voit cependant la substance nerveuse du tronc s'allonger à son angle supérieur et se prolonger le long du faisceau fibreux qui arrive vers cette région et dont la nature est nerveuse. La nature nerveuse du faisceau médian s'affirme elle aussi dans la coupe suivante; de sorte que sur le côté gauche du tronc nerveux s'insèrent trois faisceaux sensitifs. Le tronc de la pinnule naît de l'angle supérieur droit du tronc brachial et tient la place du nerf supérieur et du nerf médian gauche; mais le nerf inférieur subsiste comme nous l'avons vu. Une autre difficulté s'accuse dans la coupe suivante représentée fig. 113, pl. XIII. Cette coupe contient une branche du nerf supérieur *v*; mais dans la région où elle se distribue, les prolongements polaires des éléments fusiformes du tissu calcifère sont tellement serrés les uns contre les autres, qu'ils forment de véritables faisceaux fibreux. Les parties les plus compactes de ces faisceaux tranchent parfois sur les

parties voisines, elles semblent se ramifier à la façon des nerfs, et viennent s'insérer sur le tissu calcifié entourant le tronc nerveux.

Les premiers rayons de la syzygie apparaissent en entier dans la coupe représentée fig. 115; l'enveloppe du tronc nerveux commence en même temps à s'écarter de ce tronc, et l'espace ainsi laissé libre constitue une cavité traversée par les nombreux éléments fusiformes Le tronc nerveux principal ne fournit dans toute cette région que les nerfs qui accompagnent les rayons des syzygies; mais aussitôt la syzygie passée, les nerfs apparaissent de nouveau, et ils naissent, en général par rapport au tronc, dans la position que nous avons définie à propos de la première coupe. Il y a donc un groupe de nerfs supérieurs, un groupe de nerfs moyens, un groupe de nerfs inférieurs. Seulement tous les nerfs ne naissent pas dans un même plan perpendiculaire à l'axe du tronc, de sorte qu'une même coupe n'en contient en général que deux (1).

Nerfs sensitifs des pinnules. — Les pinnules présentent une très grande richesse d'innervation. Dans une coupe longitudinale parallèle au plan de la gouttière ambulacraire et passant au niveau de la partie supérieure du tronc nerveux (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 1), je compte dans chaque article deux paires de nerfs. Le nerf antérieur se détache très obliquement du tronc, marche parallèlement au plan terminal de la masse des fibres minces et émet sur son trajet plusieurs rameaux qui se dirigent vers les téguments ; mais il ne s'épuise pas ainsi. Son tronc principal atteint sans changer de direction la paroi interne de la couche tégumentaire, s'accole exactement à elle, en passant entre elle et les muscles, continue un certain temps son chemin en se dirigeant vers le sommet des bras et, par conséquent, vers l'article qui suit celui où elle est née. Un peu après s'être réfléchie, elle se dissocie en partie; un grand nombre de ses fibres viennent se terminer dans le tissu périphérique à cellules étoilées, au niveau du sommet distal de l'article qui présente une richesse de terminaisons nerveuses toute particulière. Les fibres nerveuses terminales dissociées peuvent demeurer groupées en plusieurs faisceaux distincts; sur une préparation la branche nerveuse se termine par trois de ces faisceaux et les fibres de l'un atteignent au niveau de l'article suivant. Il est

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XIII, fig. 115, 116 et 117, v.

donc probable que les rameaux nerveux ne se terminent pas entièrement dans l'article où ils sont nés, mais que quelques-unes de leurs fibres au moins mettent en rapport chaque article avec ceux entre lesquels il est compris.

Le nerf postérieur naît aussi tout près de la masse musculaire postérieure, mais sa partie principale demeure presque exactement dans un plan perpendiculaire au tronc axial. On observe enfin dans le tissu réticulé de l'article d'assez nombreuses fibrilles qui se colorent à l'éosine comme les branches nerveuses, et que l'on peut conduire jusqu'au voisinage du tronc nerveux et qui semblent, en conséquence, directement fournies par lui. Il est donc probable qu'à ce niveau horizontal toute l'innervation de l'article de la pinnule n'est pas sous la dépendance des deux branches nerveuses que nous venons de mentionner. A un niveau un peu inférieur, on peut compter jusqu'à quatre branches grêles naissant à diverses distances du tronc nerveux dans un même article.

Des vaisseaux-nerfs qui traversent les cirres dans toute leur étendue se détachent des rameaux nerveux sensitifs en tout semblables à ceux qu'on observe dans les bras et dans les pinnules. Du côté inférieur ou dorsal du cirre, ces rameaux naissent, en général, en un faisceau vers le milieu de la longueur des articles et se ramifient presque aussitôt en tous sens.

Nerfs moteurs. — La partie motrice du système nerveux des bras présente une tout autre disposition que la partie sensitive et en est bien nettement séparée. Il est digne de remarque que c'est seulement en rapport avec les muscles à fibres grêles que des organes nerveux peuvent être facilement mis en évidence. Ces organes sont eux-mêmes de deux sortes: les uns occupent les faces externes de la masse musculaire, les autres traversent verticalement dans toute son épaisseur la région moyenne de la masse musculaire. Nous pouvons appeler les premiers, les *lames motrices terminales;* les seconds, la *lame motrice médiane.*

Les lames motrices terminales consistent en une couche de gros corps pyriformes (1), qui se colorent vivement sous l'action de l'éosine et dont la coloration tranche alors très vivement sur celle du tissu conjonctif voi-

(1) *Nouvelles Archives du Muséum* 2e série, t. IX. pl. XIV, fig. 12*b*, *ps*.

sin. Ces corps ne se trouvent pas ailleurs que sur les surfaces terminales des masses musculaires à fibres fines ; ils sont donc en rapport fonctionnel avec ces muscles. Leur partie effilée est tournée vers les masses musculaires et se divise souvent en plusieurs branches qui mettent les différents corps en rapport les uns avec les autres. En outre, le tronc nerveux émet au bord même de la masse musculaire une volumineuse branche nerveuse qui vient s'engager au milieu des corps colorés et que l'on perd au milieu d'eux. Ces corps sont donc unis entre eux et unis au tronc nerveux brachial, et l'on comprend que leur action sur la masse musculaire puisse être facilement combinée. D'autre part, de chacun de ces corps naissent de grêles filaments qui peuvent s'anastomoser entre eux, et sur le trajet desquels sont disposés des corpuscules fusiformes (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 168 et 170) (1). Ces filaments cheminent dans la substance hyaline où sont plongées les fibrilles musculaires à peu près parallèlement à ces fibrilles qu'en raison de leur nombre, ils tiennent dans une étroite dépendance des corps dont ils émanent. Il est bien difficile de ne pas voir dans ces filaments de véritables fibrilles nerveuses motrices. Quant aux corps eux-mêmes, ils paraissent fortement granuleux à un faible grossissement. Mais l'objectif 10 à immersion de Vérick permet de les résoudre en aires polygonales assez régulières, présentant chacun au centre un point obscur. Cet aspect que représente la figure 124 tendrait à faire penser que chaque corps est un petit ganglion formé lui-même de minuscules cellules nerveuses. On arrive assez facilement à trouver des coupes de ces corps où il est évident qu'ils sont bien composés de cellules, émettant elles-mêmes de fins prolongements vers la masse musculaire, et probablement reliés d'autre part au nerf qui se ramifie dans la lame motrice (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 171). Les faibles dimensions de ces éléments n'ont rien qui soit exceptionnel chez les Échinodermes, où les éléments anatomiques sont souvent d'une si remarquable exiguité. Un de ces corps où la résolution n'a pu être opérée nettement, mais qui a été isolé par dissociation et représenté planche XIV, fig. 125, possède deux prolongements fibrillaires sur lesquels se montrent déjà des corpuscules fusiformes.

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XIV, fig. 124, *a* et fig. 125.

La lame motrice médiane (1) a une structure bien différente de celle des plaques motrices terminales. Elle entoure le tronc nerveux et s'étend de là horizontalement, à la surface de la région moyenne de la masse musculaire. Assez souvent les fibres hyalines paraissent se souder à la substance hyaline de la plaque ou présentent même une inflexion à son niveau, cette inflexion se répète dans toute l'épaisseur de la masse musculaire, dont la région moyenne, avec laquelle la plaque fusionne, paraît plus finement fibrillaire, plus riche en noyaux et se colore plus fortement à l'éosine que les autres parties. Les corpuscules nucléaires sont d'ailleurs munis de fins prolongements (2) identiques à ceux qui sont issus de plaques terminales et que nous considérons comme des terminaisons nerveuses motrices. De semblables petits éléments entourent le tronc nerveux au point où la lame motrice se raccorde avec lui et forme autour de lui un anneau hyalin contenant de nombreux éléments épars. Ces éléments sont munis de prolongements et les prolongements les plus rapprochés du tronc nerveux, semble-t-il, s'unissent à lui et se confondent parmi ses fibres. Une pareille disposition ne permet pas de lever tous les doutes que peut susciter la détermination de la nature des éléments contenus dans la substance hyaline constituant la plaque médiane. On pourrait prétendre que ce ne sont là que des cellules conjonctives; mais ces cellules présenteraient alors une différenciation bien particulière et des connexions bien singulières, puisque ce sont justement celles que devraient présenter des cellules nerveuses. Nous avons du reste déjà signalé les ressemblances que de véritables cellules nerveuses présentent avec les éléments conjonctifs. La distinction entre les deux tissus est loin d'être aussi facile chez les Échinodermes qu'elle l'est ailleurs.

Il est évident que si les lames terminales et médianes des prétendus ligaments sont bien de nature nerveuse, il faut voir dans ces derniers de véritables muscles. Or, la nature nerveuse des lames terminales, tout au moins, ne saurait faire un doute.

Cette opinion me paraît aujourd'hui appuyée sur des arguments d'autant

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XIV, fig. 122, $\mu\sigma$ et 3e série, t. II, pl. I, fig. 170.

(2) Ces prolongements n'ont pas été représentés dans la figure 122; ils se continuent avec les prolongements $\mu\sigma$.

plus sérieux, que je n'ai eu qu'une fois la bonne fortune de rencontrer des nerfs issus du tronc brachial et se ramifiant *au contact* des masses musculaires réfringentes. J'en ai bien vu arriver jusque dans leur voisinage ; mais je n'ai pu découvrir ni les terminaisons, ni les ramifications de celles même qui semblaient pénétrer dans leur masse; la plupart obliquaient avant de les atteindre, comme pour les éviter, et se ramifiaient dans leur voisinage. Sur une de mes coupes d'*Antedon phalangium*, on voit même un rameau nerveux s'engager entre les deux masses musculaires d'une même paire, sans leur envoyer aucun filet, et venir se ramifier sous l'épithélium du diverticule que la cavité dorsale des bras envoie entre ces deux masses.

Plaques motrices des muscles des pinnules. — Dans les pinnules et dans les cirres, les muscles à fines fibres présentent comme dans les bras trois lames motrices dont la structure ne diffère pas sensiblement de celle que nous avons étudiée dans ces organes (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 170). De même que dans les bras les diverses petites masses ganglionnaires des lames terminales sont anastomosées entre elles en réseau, et les plaques motrices qu'elles constituent sont manifestement reliées au tronc nerveux par des cordons qui suivent leur bord, puis remontent quelque peu vers le sommet de la pinnule pour venir se souder à la couche la plus externe du tronc nerveux qui, en cette région, est manifestement cellulaire. Que ces cordons épais soient réellement des dépendances du tronc nerveux et non d'un revêtement conjonctif de ce tronc, j'ai sous les yeux en ce moment des préparations qui ne peuvent laisser de doute sur ce point. La plaque médiane présente aussi avec le tronc nerveux une continuité évidente, comme le montre la préparation représentée planche XIV, fig. 122, en *ps* (*N. A. M.*, 2e série, t. IX).

Structure des troncs nerveux. — Si, après toutes les données qui ont été recueillies sur le mode de distribution des cordons qui naissent des troncs axiaux, il pouvait rester quelque doute sur leur nature nerveuse, l'examen de la structure intime des troncs brachiaux suffirait pour les faire disparaître. Ces troncs ne sont nullement de simples cordons fibreux; ils contiennent, comme la coupe nerveuse centro-dorsale, les deux catégories d'éléments qui caractérisent tous les centres nerveux : des cellules et des fibres.

Comme dans la coupe centro-dorsale et dans les cinq troncs radiaux primitifs, les cellules sont de deux sortes, les unes relativement grosses, de forme variable, à section polygonale ou arrondie, souvent très nettement multipolaires. Ce sont les *cellules ganglionnaires* proprement dites; les autres plus petites, fusiformes, allongées suivant la direction des cordons et disposées sur le trajet des fibrilles nerveuses; nous les désignons simplement sous le nom de *cellules fusiformes*.

Dans la région moyenne de chaque tronc nerveux, les cellules ganglionnaires se montrent d'abord sur les coupes longitudinales sous forme de deux cordons formés chacun de deux ou plusieurs rangées irrégulières de cellules (1). Plusieurs de ces cellules montrent trois prolongements, un dirigé vers la périphérie du tronc, en général, vers la région d'où se détache un nerf, un autre dirigé vers l'axe du tronc, un troisième parallèle à la direction du tronc lui-même. D'autres cellules se pressent à la périphérie du tronc, tout autour de la racine des nerfs et disparaissent à une certaine distance. Bien qu'elles ne soient pas en quantité assez considérable, ni d'un assez gros volume pour former une saillie sur le tronc à l'origine des nerfs, elles n'en constituent pas moins de véritables ganglions. Ces cellules ont souvent au moins deux prolongements polaires et semblent converger vers la racine du nerf; le prolongement interne de quelques-unes d'entre elles peut être jusqu'au voisinage des cordons cellulaires axiaux; quelques-unes vont tout droit d'une cellule périphérique à une cellule axiale qu'elles atteignent nettement. Unissent-elles les deux cellules entre lesquelles elles sont soudées, ou se bornent-elles à passer sous la cellule axiale? Cela est d'ordinaire difficile à décider; cependant en usant comme objectif du n° 10 à immersion de Vérick, l'union directe de quelques cellules m'a paru assez nette pour ne laisser que peu de doute. L'important du reste n'est pas tant de constater une pareille union que de constater dans les cordons axiaux une structure qui établit nettement leur nature ganglionnaire.

Les petits éléments fusiformes prolongés à leurs deux extrémités par une fibrille n'affectent pas dans les cordons axiaux de dispositions déter-

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. II, pl. XIV, fig. 122, $\mu\sigma$.

minées et sont répartis à peu près uniformément dans leur substance.

Les coupes transversales des gros cordons nerveux axiaux des bras présentent cependant un aspect assez constant (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 172). Le cordon axial d'abord est entouré d'une enveloppe conjonctive, sur laquelle viennent s'attacher les trabécules du tissu calcifère environnant. Cette enveloppe n'est pas contiguë avec le tronc nerveux, mais est reliée à sa surface par de nombreux éléments fusiformes qui peuvent oblitérer en partie l'espace qui les sépare. Une seconde enveloppe très mince est appliquée sur le cordon nerveux. La coupe de celui-ci est à peu près celle d'un rein dont le hile serait tourné vers le bas. Plus exactement, elle a la configuration d'un trapèze à angles arrondis, dont la grande base serait la base inférieure. Cette base est légèrement infléchie en son milieu, vers l'axe de la coupe. La section présente une structure nettement symétrique. La partie infléchie de sa base est occupée par quatre ou cinq grandes cellules unipolaires (α) à prolongements dirigés vers l'intérieur du ganglion ; de chaque côté de ce groupe central cinq ou six cellules unipolaires (β) sont distribuées sur chacune des parties restantes de la base. Vers le centre, un espace fibrillaire elliptique est circonscrit par d'autres grandes cellules ; des deux pôles opposés de l'ellipse partent des tractus verticaux qui arrivent jusqu'à la surface des coupes et dont je n'ai pu démêler exactement la nature. Les deux plages latérales de la coupe sont constituées par de fines ponctuations représentant les coupes des fibrilles longitudinales. Dans le pointillé qui forme ces coupes sont disséminées des cellules plus petites que celles que nous venons de décrire.

La disposition des grosses cellules est sujette à de nombreuses variations. On retrouve généralement celles qui forment l'ellipse centrale et qui constituent sans doute les deux cordons cellulaires qu'on aperçoit dans la plupart des coupes longitudinales (1) ; mais les cellules basilaires médianes peuvent manquer, tandis qu'à l'angle inférieur un cercle de grosses cellules entoure un disque ponctué qui paraît être la coupe d'une racine nerveuse.

Anneau sous-ambulacraire et nerfs latéraux. — Les diverses parties du

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. IX, pl. XIV, fig. 122, 80.

système nerveux que nous venons de décrire ne se laissent que difficilement homologuer avec les parties centrales du système nerveux des autres Échinodermes. La bandelette sous-épithéliale de la gouttière ambulacraire dont Ludwig faisait l'unique appareil nerveux des Comatules correspond bien à la bandelette qu'on trouve dans une position analogue chez les Étoiles de mer; mais ni les nerfs latéraux contenus dans les parois festonnées de la gouttière ambulacraire des bras et des pinnules, ni les troncs nerveux enfermés dans le squelette dorsal, n'ont leur équivalent connu dans les autres classes d'Échinodermes. D'autre part, l'anneau nerveux des Oursins et des Holoturies paraît manquer aux Comatules; ce ne serait évidemment qu'à défaut de toute autre solution plausible qu'on pourrait chercher son homologue dans la cuvette nerveuse qui entoure chez les Comatules l'organe cloisonné.

L'organe nerveux des Holoturies et des Oursins nous paraît avoir son homologue naturel dans un anneau fibrillaire qui entoure la bouche des Comatules, mais se trouve situé un peu en dessous et en dehors de l'anneau ambulacraire (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 173).

Si l'on examine attentivement une série de coupes ano-buccales d'une Comatule adulte, on trouve dans les coupes menées tangentiellement à la surface externe de l'anneau ambulacraire une bandelette finement fibrillaire, située dans l'épais plancher qui sépare l'anneau ambulacraire de la cavité générale. C'est la première indication de l'organe que nous assimilons ainsi au centre nerveux annulaire des autres Échinodermes pourvus d'un appareil d'absorption intestinale. Sur l'une de ces coupes tangentielles, cette bandelette présente quelques particularités intéressantes. La coupe entame obliquement le canal radial antérieur impair et presque perpendiculairement à leur axe les deux canaux radiaux gauches. La bandelette apparaît dans l'épaisseur du tégument, au-dessous de la lumière du canal radial gauche antérieur; elle a à peu près le même diamètre vertical que le canal, et on peut la suivre assez loin dans la partie du tégument qui sépare ce canal du canal antérieur impair (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 173). Dans ce trajet, elle passe au-dessous du premier groupe de tentacules radiaux qui sont coupés de telle manière que leur lumière ne rejoint pas celle du canal d'où ils naissent et que celle de l'un des ten-

tacules paraît externe par rapport à l'autre. En arrivant sous le tentacule externe, elle émet une branche ascendante qui se dirige vers lui, se bifurque, et semble pénétrer dans le tentacule, mais les coupes suivantes montrent que ces nerfs se rendent en réalité au feston de la gouttière ambulacraire qui suit le groupe tentaculaire. En continuant sa route vers l'ambulacre impair, la bandelette se ramifie, mais ses ramifications sont couvertes de petites cellules à noyau arrondi, à contours peu distincts, plus fortement colorés en rose par l'éosine que par les tissus où elles sont plongées; ces tissus contiennent aussi des éléments colorés parmi lesquels on finit par ne pouvoir plus suivre les traînées de cellules correspondant aux ramifications de la bandelette. Çà et là on aperçoit encore des plages elliptiques, finement granuleuses, entourées d'une enveloppe annulaire de petites cellules; ce sont les coupes transversales d'autres ramifications nerveuses courant dans le sac nucléaire et d'où l'on voit naître de grêles filaments qui viennent s'épanouir en cône et se terminer dans le tégument par autant de cellules fusiformes qu'ils contiennent de fibrilles (*ibid.*, fig. 175). En suivant la bandelette du côté postérieur, on le perd un peu au delà de la lumière du canal radial antérieur gauche, et l'on voit à sa place deux plages elliptiques qui, dans certaines coupes, sont unies par une commissure transversale; de cette commissure naît très probablement un troisième tronc, car un peu avant sa bifurcation, chaque coupe du canal radial est accompagnée de trois plages nerveuses, une médiane et deux latérales symétriques (*N. A. M.*, 3e série, t. II, pl. I, fig. 174). La bandelette médiane fournit les troncs latéraux internes des canaux brachiaux; mais, pendant un certain temps, chacun de ces canaux est également pourvu d'un tronc nerveux médian (*ibid.*, fig. 173).

Toutes les coupes de nerfs sont finement granuleuses et parsemées de noyaux de cellules; la bandelette se montre effectivement finement fibrillaire et contient des cellules étoilées; elle est enveloppée d'une couche de cellules semblables à celles qui forment un anneau autour des coupes transversales (*ibid.*, fig. 175). Il est possible qu'une partie des traînées de petites cellules que nous avons précédemment signalées dans l'épaisseur du tégument ne soient que les gaînes de ramifications nerveuses.

Dans les sections qui entourent la bouche, la coupe de l'anneau nerveux

est elliptique et se montre dans le lambeau anguleux de tissus compris entre l'anneau ambulacraire et la naissance des tubes hydrophores. Celle de ces coupes qui intéresse la ligne de jonction du centre de la bouche et du centre de la base du tube anal est particulièrement intéressante. On en voit naître, en effet, un nerf volumineux qui se dirige en se ramifiant vers le tube anal. Les coupes reprennent ensuite leur forme ordinaire jusqu'à ce qu'on arrive de nouveau à la section tangentielle de droite de l'anneau ambulacraire. L'anneau nerveux se montre de nouveau, dans ces sections, sous forme d'une bandelette fibrillaire.

Dans les bras, il existe un nerf latéral de chaque côté du canal brachial. Ces nerfs sont situés un peu au-dessus du niveau du bord inférieur de chaque rangée de corps sphériques, et s'infléchissent légèrement pour passer tangentiellement au-dessous de chacun d'eux.

Les nerfs latéraux envoient des rameaux dans les téguments, dans le plancher qui sépare le canal ambulacraire de la cavité générale; ils semblent à leur origine s'unir par de courts rameaux au nerf ambulacraire, et reçoivent, d'autre part, des nerfs du centre nerveux dorsal (*ibid.*, fig. 176); l'anneau péribuccal auquel ils se relient envoie enfin des nerfs dans le tégument ventral du disque. Les nerfs latéraux et l'anneau qui les unit forment donc un système nerveux ventral presque aussi riche que le système dorsal, auquel il est d'ailleurs relié par de nombreuses branches latérales. Les branches d'union ne sont pas dans les bras exclusivement des connectifs. Dans l'une de nos préparations, cette branche naît de l'angle supérieur de la coupe du cordon dorsal et donne naissance presque aussitôt après, du côté dorsal, à un rameau qui se dirige vers la masse de muscles réfringents voisine, qu'elle atteint vers le premier quart de sa largeur; le nerf continue son chemin parallèlement au bord inférieur de cette masse musculaire et, après avoir émis un autre rameau, arrive ainsi jusqu'à la limite du tissu calcifère; il se réfléchit alors brusquement vers le haut en suivant toujours la limite des deux tissus, longe le bord externe de la masse musculaire en s'appliquant si exactement sur elle qu'on la perd un moment dans cette région; mais elle reparaît presque aussitôt et on peut la suivre jusqu'au voisinage d'un corps rouge, où elle atteint le nerf latéral qui, en ce point, émet une branche d'innervation pour le plan-

cher inférieur du canal ambulacraire. Dans cette même préparation l'angle inférieur du cordon axial émet aussi une importante branche nerveuse qui se distribue à la partie dorsale des bras. Quelques ramuscules de ces deux branches arrivent jusqu'au tégument immédiatement au-dessus des bouquets de cellules qui semblent être leur terminaison (*ibid.*, fig. 176).

Dans les coupes des pinnules je n'ai pas vu de branches anastomotiques ainsi disposées ; mais le tronc axial émet vers le haut de courtes branches qui se dirigent un peu obliquement vers le plancher de la cavité cœliaque, se réfléchissent en dehors en s'accolant au plancher de cette cavité, et peuvent être suivis assez loin dans la paroi latérale de cette cavité (*ibid.*, fig. 177)] (1).

V

L'APPAREIL DIGESTIF.

Appareil digestif. — L'appareil digestif de l'*Antedon rosacea* a été trop souvent décrit dans sa configuration générale pour qu'il soit nécessaire d'insister longuement sur les dispositions qu'il présente. On peut le diviser en quatre parties : 1° l'*œsophage;* 2° l'*estomac;* 3° l'*intestin;* 4° le *rectum.*

L'œsophage est un tube légèrement conique qui descend obliquement de haut en bas, d'avant en arrière et de droite à gauche jusqu'à l'estomac.

Les figures 128, 129, 130, 131, 132, 133, 139, 140, 141, 142, 146, 147, 148, des planches XV, XVI, XVII et XVIII, figures représentant des coupes horizontales successives au travers du disque d'une jeune Comatule n'ayant pas moins de vingt-sept pinnules ; toutes ces figures sont orientées de manière que le rectum soit tourné vers le bas de la planche ; en les combinant, on reconnaît sans peine que l'estomac forme une sorte de sac qui s'étend jusqu'au fond du calice (2), et produit sur ses côtés des diverticulums ascendants dont le nombre et la complication augmentent avec l'âge de l'animal.

De la partie postérieure de ce sac naît l'intestin qui se dirige à gauche

(1) Le passage entre crochets a été ajouté au texte primitif du mémoire en octobre 1889 ; les faits qu'il relate ont été vus antérieurement à la publication du mémoire de Hamann (*Jenäische Zeitschrift*, tome XXIII, 1889) qu'ils confirment en partie, sans que nos résultats soient cependant tout à fait identiques aux siens.

(2) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. VI, fig. 22, œ.

et en dehors (1), passe entre l'estomac et la paroi du corps, fait de gauche à droite (dans le sens des aiguilles d'une montre) un tour complet et, revenu à son point de départ, se redresse verticalement pour constituer le rectum. Les parois de l'intestin sont fort sinueuses; elles se plissent d'une façon fort compliquée (2); elles émettent elles aussi des diverticules variés. Le plus important (3) situé à gauche et en avant se divise en plusieurs rameaux courts, terminés en cul-de-sac, ayant un aspect particulier; on peut le considérer comme un diverticulum hépatique. Des Protozoaires parasites (du genre *Prorocentrum*) sont souvent engagés dans sa cavité.

L'épithélium des parois de l'œsophage rappelle celui de la gouttière ambulacraire. Il est constitué par des éléments très allongés, légèrement fusiformes, contenant un noyau elliptique. Sur les coupes, cet épithélium paraît limité du côté de la cavité œsophagienne par une membrane striée perpendiculairement à sa surface et portant les cils vibratiles. Cette apparence est due, sans aucun doute, à ce que les éléments sont eux-mêmes terminés par ce qu'on appelle un plateau cilié. L'estomac et l'intestin ont, chez la Comatule adulte comme chez les jeunes, une structure extrêmement simple. Leurs parois sont formées d'une seule couche de cellules columnaires, à noyau indistinct dans les préparations à l'éosine, mais bien apparent dans les coupes colorées au carmin et au bleu de méthylène (*N. A. M.*, 3ᵉ série, t. II, pl. II, fig. 179), surmontées d'un mince plateau strié que traversent de nombreux cils vibratiles. Parmi ces cellules sont disséminés d'autres éléments que l'éosine ne colore pas et qui gardent dans les préparations faites à l'aide de cette substance une teinte jaune caractéristique. Ces éléments sont élargis du côté de la surface interne de l'intestin; ils s'amincissent et se terminent en pointe du côté opposé, bien avant d'avoir atteint la surface extérieure de l'intestin. Il est probable, mais je n'ai pu m'en assurer sur mes préparations, que cette pointe se prolonge en un filament qui se perd au milieu des cellules voisines. Cette couche cellulaire est recouverte de la membrane péritonéale dont il sera question plus loin, et dont les canaux absorbants qu'on désigne habituellement sous le nom de vaisseaux

(1) Nous supposons l'observateur placé dans l'axe de l'animal, les pieds sur la plaque centro-dorsale et laissant derrière lui le rectum de la Comatule.

(2) Planche XII, fig. 112, *e*.

(3) Planche XII, fig. 112, *e'*; pl. XVI, fig. 132 et 133, *f*.

semblent n'être que de longs diverticules tubulaires, anastomosés entre eux, de manière à former le plexus génito-labial. Entre cette membrane et l'épithélium stomaco-intestinal, il n'existe aucune trace de muscles ni de tissu différencié quelconque.

En nous occupant du sac viscéral, nous verrons qu'autour de la portion du rectum engagée dans le tube anal, saillant à l'extérieur, sa structure se complique, au contraire, de très nettes formations musculaires, qui expliquent les mouvements importants pour la nutrition dont ce tube est susceptible.

VI

DISPOSITION DU SAC VISCÉRAL. — TRABÉCULES DE LA CAVITÉ GÉNÉRALE. — MEMBRANE PÉRITONÉALE.

Sac viscéral et trabécules de la cavité générale. — Afin de raccorder la description des dispositions complexes du sac viscéral et des trabécules de la cavité générale chez la Comatule adulte avec la description de ces mêmes formations chez les très jeunes animaux dont il a été question dans la seconde partie de ce travail, nous choisirons un stade intermédiaire entre l'état phytocrinoïde et l'état adulte, état représenté par une jeune Comatule ayant vingt-cinq pinnules à chaque bras et dont le disque a environ 3^{mm} de diamètre. Nous prendrons pour point de départ de notre description une coupe passant exactement par le centre de la bouche et l'axe du tube anal, coupe qui divise en deux parties égales symétriques le canal radial antérieur. Dans cette coupe l'œsophage descend en bas et en arrière (1), se rétrécit d'abord un peu, puis s'épanouit en un vaste sac déprimé qui se relève tout autour de lui comme une coupe ; en avant la coupe du tube digestif représente la forme d'un double fer à cheval à branches réunies et à cavité postérieure. Ce fer à cheval est complètement indépendant de la coupe stomacale. En arrière de l'estomac, un fer à cheval plus petit représente le commencement du rectum. Dans tout son parcours le tube digestif se montre étroitement enveloppé par une membrane formée d'une très mince lame d'apparence anhiste, parsemée de

(1) Nous rappellerons que nous appelons *arrière* la partie de la coupe voisine du tube anal, *avant* la partie opposée.

noyaux, à l'extérieur de laquelle est appliquée une couche de petites cellules serrées à noyau presque sphérique ; nous appellerons cette membrane la *membrane péritonéale*. Dans les endroits où la paroi du tube digestif présente des replis profonds, elle ne va pas toujours jusqu'au fond de ces replis ; des trabécules l'unissent par places au sac viscéral ou à ses dépendances ; elles sont formées de faisceaux de cellules fusiformes dont la forme est plus ou moins compliquée ; mais en outre la membrane présente aussi, notamment dans la région du tube digestif la plus rapprochée du calice, des replis dont les deux feuillets adossés se dirigent également vers le sac viscéral. En remontant le long de l'œsophage, du côté antérieur, la membrane s'épaissit notablement par suite de la multiplication des cellules de la couche épithéliale qui se disposent en plusieurs assises superposées ; vers le milieu de l'œsophage une puissante trabécule l'unit au sac viscéral ; un peu plus haut, elle présente une expansion latérale, unie elle-même à la paroi du sac nucléaire par une courte trabécule verticale qui vient s'attacher immédiatement au dehors de l'anneau ambulacraire. Au-dessus de cette expansion la membrane s'insinue entre l'œsophage et l'anneau ambulacraire, qu'elle sépare dans toute la hauteur de ce dernier ; dans cette région, elle atteint d'abord une épaisseur presque égale à celle de l'œsophage ou de l'anneau ambulacraire entre lesquels elle est comprise, et se décompose en plusieurs assises cellulaires superposées, parfois séparées par des interstices ; puis elle s'amincit, et devient indistincte entre l'anneau ambulacraire et la couche nerveuse péribuccale, à laquelle elle semble fournir une mince enveloppe, la séparant de la couche fibreuse qui surmonte le canal ambulacraire. La trabécule qui part de l'expansion latérale de la membrane péritonéale se divise en deux branches qui se replient l'une en avant, pour se continuer avec la couche profonde de la paroi du sac nucléaire, l'autre en arrière, et se continue avec une fine membrane qui se rabat sur un tube hydrophore naissant en ce point. Entre le canal ambulacraire et ce tube hydrophore, immédiatement au-dessus de la trabécule se trouve une masse arrondie finement granuleuse, parsemée de noyaux. Du côté opposé de l'œsophage, du côté postérieur, la membrane péritonéale s'épaissit également par suite de la prolifération de ses éléments. On observe à sa surface des cordons cellulaires, formés d'éléments jeunes,

ayant tout l'aspect de bourgeons, tandis que d'autres points se détachent des trabécules formant une sorte de trame irrégulière et grossière entre la paroi de l'œsophage et celle du sac viscéral. Immédiatement au-dessous de l'anneau ambulacraire, le sac viscéral et la membrane péritonéale s'unissent, et dans le lambeau triangulaire de tissu qui les unit sont creusées des lacunes dans lesquelles on aperçoit la coupe de canaux. Sur ce lambeau de tissu repose un tube hydrophore, et de ce lambeau lui-même part une trabécule que nous appellerons pour plus de commodité dans cette description la trabécule *a*. Cette trabécule soutient l'extrémité du tube hydrophore, court quelque temps parallèlement à la paroi du sac nucléaire, et finit par s'unir à lui un peu au delà d'un point où l'on aperçoit la coupe d'un entonnoir vibratile ; entre cet entonnoir et le lobe buccal sont trois groupes de cellules pyriformes, à pointe tournée vers la surface extérieure contre laquelle elles viennent affleurer et fortement colorées par l'éosine. Ces cellules ressemblent beaucoup à celles de l'entonnoir. Le diamètre des groupes qu'elles forment grandit du premier au troisième ainsi que leur épaisseur. Le troisième est légèrement convexe vers l'intérieur du corps ; on serait tenté de voir dans ces amas cellulaires les rudiments d'entonnoirs vibratiles en voie de formation ; mais des cellules isolées de même aspect se trouvent sur d'autres points.

Nous suivrons maintenant la membrane péritonéale sur les coupes qui remontent vers la gauche. En avant elle ne présente d'autre particularité que d'arriver presque au contact du sac viscéral ; tout autour de l'œsophage, elle est unie au plancher péribuccal, très riche en éléments fusiformes, par de nombreuses brides formées de fibres unies par une substance hyaline parsemée de nombreux noyaux. En arrière, le lambeau triangulaire qui unit la membrane péritonéale et le sac viscéral est un tissu membraneux aréolaire dans les interstices duquel court le canal dont nous avons déjà signalé les coupes.

Plus bas, entre la partie inférieure de l'œsophage et le repli supérieur du sac stomacal, dans la région occupée dans la coupe primitive par les bourgeons et les trabécules, on voit trois cordons épais, convergeant par le bas. Le cordon interne, le plus long, est uni par des cordons cellulaires plus petits à la membrane péritonéale. Ces trois cordons, en réalité coupes de

lames membraneuses, se relient en haut à un plancher membraneux qui forme la partie inférieure du tissu aréolaire dont nous parlions tout à l'heure et supporte le vaisseau. Les deux plus antérieurs sont unis par une trabécule transversale. Le plus antérieur des trois s'attache par en haut à une lame parallèle à la paroi du sac nucléaire et qui succède à la trabécule *a* ; il s'unit par en bas au cordon moyen par une lame transversale au-dessus de laquelle est la coupe d'un cordon cellulaire, tandis qu'au-dessous on voit celle d'un canal. Ce cordon n'est autre chose que le cordon génital que l'on trouve, dans les coupes suivantes, séparé du canal par un tractus fibro-cellulaire plus épaissi. Ce tractus devient finalement le plancher inférieur de la cavité génitale des bras. Plus à gauche les brides d'union de l'œsophage aux parois du corps ont disparu, laissant vide une cavité péri-œsophagienne dans laquelle viennent s'ouvrir les cavités sous-tentaculaires des bras ; le plancher inférieur de ces cavités est épais, laminaire, divisé généralement en deux feuillets entre lesquels on aperçoit les cordons génitaux radiaux qui devront se bifurquer pour pénétrer dans les bras. Il n'y a pas intérêt à suivre plus loin vers la gauche la membrane péritonéale qui continue à envelopper étroitement le tube digestif sans présenter des rapports nouveaux.

La coupe qui suit immédiatement vers la droite celle que nous avons prise pour point de départ comprend une partie de l'organe cloisonné, une partie de l'organe axial, et l'on aperçoit en avant et en arrière de la coupe de l'œsophage, les premières coupes de l'organe spongieux qui est, comme le montre la figure 130, planche XV, surtout développé du côté droit. La membrane péritonéale n'a aucun rapport avec l'organe cloisonné dont elle est séparée par un espace assez considérable, lui-même divisé par le sac viscéral, auquel elle n'envoie même dans cette région que de minces trabécules ; surtout en avant, elle est de même reliée par des trabécules à l'enveloppe fibreuse qui continue le sac viscéral autour de l'organe dorsal ; finalement, dans la région œsophagienne, cette enveloppe se rapproche de la membrane péritonéale au point de se souder avec elle. Mais je n'ai pas vu de rapport s'établir entre les canaux qui avoisinent l'organe dorsal ou ceux de l'organe spongieux qui leur fait suite et la prolifération de la membrane. Du côté postérieur, l'organe spongieux est beaucoup plus développé que du côté antérieur ; ses parois, formées d'une double membrane, sur les-

quelles font saillie, de chaque côté, de gros noyaux que les réactifs colorent vivement, sont beaucoup plus épaisses ; ses diverses parties ne sont pas entremêlées de membranes conjonctives, et on voit dès lors nettement l'organe, qui enveloppe étroitement par places les tubes hydrophores, envoyer entre l'anneau ambulacraire et l'œsophage un prolongement qui dans cette région se met en continuité avec la membrane péritonéale comme s'il en était une prolifération (*N. A. M.*, 3ᵉ série, t. II, pl. I, fig. 180). Ce même rapport se retrouve dans la coupe suivante. L'organe spongieux, dont il n'y a pas lieu de séparer ce que Ludwig appelle les *appendices sacciformes de l'anneau vasculaire péribuccal* (1), est donc étroitement relié à la membrane péritonéale à laquelle il est directement suspendu tout autour de la portion de l'œsophage entourée par l'anneau ambulacraire ; il semble, en somme, que ce soit un repli de cette membrane qui s'est considérablement agrandi, boursouflé, divisé, et dont les éléments ont proliféré avec assez d'activité pour remplir, en grande partie, la cavité du repli.

Nous verrons plus loin que les *canaux d'absorption* que Ludwig et Herbert Carpenter appellent les *vaisseaux sanguins*, ont avec la membrane péritonéale des rapports très analogues. En réalité, l'organe spongieux appartient bien au système de ces canaux ; de ses parois naissent, en effet, les canaux constituant le plexus labial qui communique largement avec les canaux d'absorption. Il est à remarquer que ce plexus ne prend que tardivement toute sa complication, tandis que l'organe spongieux est, au contraire, bien mieux caractérisé chez les jeunes Comatules que chez les Comatules adultes. Cet organe n'est donc pas le résultat d'une complication particulière de certaines parties du plexus. Il dérive, au contraire, directement de la membrane péritonéale et contribue très probablement par la complication graduelle, le plissement de ses parois et le cloisonnement de sa cavité, à former une bonne partie du plexus. Nous traiterons plus loin ce point en détail ; nous devons auparavant étudier le sac viscéral qui présente avec la membrane péritonéale des relations si intimes.

Sac viscéral. — La description du sac viscéral proprement dit est particulièrement importante, en raison des rapports étroits que les diverses

(1) *Zeitsch. f. w. Zoologie*, t. XXVIII, p. 351, explication de la planche XVI : B', *am Blutgefassunge-hangende Aussackungen.*

dépendances de ce sac présentent avec les pavillons vibratiles et les tubes hydrophores, ainsi que de la part qu'il prend à la constitution de l'appareil d'irrigation. Nous n'aurions pu, sans multiplier d'une manière excessive les figures, en représenter toutes les dispositions. Nous les décrirons en procédant méthodiquement coupe par coupe, dans le même ordre que précédemment, c'est-à-dire en prenant pour point de départ la coupe médiane ano-buccale et en nous dirigeant successivement vers la droite, puis vers la gauche. Dans toute la partie antérieure de la première des préparations que nous décrivons, le sac viscéral est à peu près à égale distance de la paroi du périsome et de la paroi intestinale ; des trabécules le relient à ces deux parois. Il a la constitution des membranes de la cavité générale, que nous avons décrites dans la seconde partie de ce mémoire ; ce n'est pas un sac continu ; ses parois présentent de larges lacunes, les traversent dans toute son épaisseur, et, comme ces parois sont elles-mêmes formées de plusieurs lames membraneuses superposées, le sac viscéral peut être considéré comme un réseau de cavités plus ou moins vastes communiquant largement ensemble, et plus ou moins cloisonnées elles-mêmes. En arrivant au-dessous de la région occupée par le canal radial antérieur, les membranes qui constituent la paroi du sac s'écartent : toutefois, un réseau de trabécules disposées par rapport à elles à angles très aigus continue à les unir entre elles ; des trabécules semblables les unissent au plancher de la cavité sous-ambulacraire du bras antérieur ; au voisinage de l'œsophage, ce plancher ne se distingue des feuillets sous-jacents du sac viscéral que par une épaisseur un peu plus grande ; en avant, nous l'avons vu se dédoubler en deux feuillets entre lesquels serpente le cordon génital. Mais, dans cette région, plus près de l'œsophage, ce cordon est compris dans les mailles du tissu unissant le sac viscéral proprement dit au plancher. Auprès de l'œsophage, le plancher de la cavité sous-ambulacraire et le sac viscéral s'unissent en une forte cloison qui descend verticalement jusqu'à l'extrémité inférieure de l'œsophage, et là paraît interrompue. Mais presque aussitôt se montre un réseau membraneux formé essentiellement : 1° d'une lame qui suit l'œsophage ; 2° d'une seconde lame placée un peu en avant, près du sommet de fer à cheval formé par le sac stomacal et le début de l'intestin. Cette lame dépasse en bas le sac stomacal, et après s'être divisée en plusieurs

trabécules dont quelques-unes vont rejoindre la membrane péritonéale, va se rattacher à la partie du sac viscéral comprise entre le tube digestif et l'organe cloisonné. Ces deux lames passent l'une en avant, l'autre en arrière de la coupe du sac stomacal et sont unies au-dessus de cette coupe par une lame membraneuse horizontale. La lame antérieure, dédoublée en deux feuillets, s'avance ensuite dans la convexité du fer à cheval formé par la coupe de l'intestin antérieur; ses deux feuillets s'écartent en arrivant au sommet du fer à cheval et comprennent entre eux un « vaisseau. » A partir de l'organe cloisonné, le sac viscéral continue sa marche jusqu'au niveau de la coupe postérieure de l'anse intestinale ou de la partie inférieure du rectum ; là il se dédouble, sa partie extérieure s'applique presque exactement sur le rectum; sa partie interne, décomposée en plusieurs feuillets superposés embrassant un vaisseau, passe entre le sac stomacal et le rectum, suit les contours du tube digestif, en envoyant çà et là des trabécules, et finalement rejoint d'une part le feuillet externe du sac viscéral, tandis que d'autre part elle se résout en un tissu aréolaire destiné à contenir l'organe spongieux et les canaux qui s'y rattachent.

Dans la coupe qui suit vers la droite, l'aspect de ces parties se modifie légèrement. Le plancher de la cavité sous-tentaculaire est presque confondu avec la paroi du corps; il s'en écarte près de l'œsophage, mais une cloison verticale s'étend alors entre lui et le tégument et l'unit en même temps au sac viscéral, de sorte que dans la région œsophagienne chaque cavité sous-ambulacraire est encore séparée du reste de la cavité générale et conserve son autonomie.

Le plancher inférieur de la cavité génitale se prolonge en une membrane qui suit à quelque distance le plancher de la cavité sous-ambulacraire, s'accole à lui par places, ou s'unit à lui par des trabécules, comme ce plancher le fait lui-même avec la paroi proprement dite du périsome. Il se constitue ainsi, sous le tégument de la partie ventrale de ce dernier, un réseau de cavités communiquant entre elles, limitées par de fines membranes et dans lesquelles court un rameau du stolon génital. Au-dessous de ce système de cavités canaliformes, à égale distance de son plancher inférieur et de la paroi du tube digestif, vient le sac viscéral proprement dit, formé de deux feuillets d'un tissu aréolaire. Le long de la partie ver-

ticale de l'œsophage, toutes ces membranes se juxtaposent sans se confondre absolument, formant ensemble une cloison épaisse, continuation de celle que nous avons signalée en ce point dans la coupe précédente et dans laquelle on peut distinguer trois feuillets d'inégale épaisseur ; la cavité comprise entre les deux premiers est en partie la continuation de la cavité génitale du bras antérieur ; dans son intérieur se trouve une branche du stolon génital qui se divise en deux rameaux, dont l'un continue son chemin entre les feuillets du sac viscéral, tandis que l'autre le quitte pour passer dans les prolongements de la cavité génitale du bras antérieur située plus près du tégument ; entre le feuillet moyen et le feuillet externe se trouve la coupe d'un gros « vaisseau. » Comme dans la coupe précédente, cette cloison verticale ne s'unit réellement à rien par son extrémité inférieure ; mais ici, il n'y a plus, au-dessous de cette extrémité, de membrane traversant verticalement la cavité générale. La coupe du sac stomacal est en effet maintenant reliée à la branche inférieure de la coupe en fer à cheval de l'anse antérieure de l'intestin ; cette anse, la moitié antérieure du sac stomacal et l'œsophage forment un nouveau fer à cheval à branches verticales, mais dont le fond présente plusieurs festons, que suit à distance une lame membraneuse, continuation de la lame horizontale que nous avons signalée dans la précédente coupe.

Cette lame est maintenant plus épaisse, et de nombreux tractus membraneux la relient à toutes les parties de la membrane péritonéale et même à la cloison verticale, de sorte que tout l'espace compris entre les parties diverses du tube digestif est rempli par un tissu aréolaire à larges mailles ; dans l'une de ces mailles comprise entre deux replis du sac stomacal proprement dit, on observe la coupe d'un « vaisseau ». Tout autour de l'œsophage existent des trabécules ramifiées qui le relient au plancher supérieur du sac nucléaire à sa partie postérieure ; la coupe de cette région montre au-dessous de la cavité sous-tentaculaire droite, un nouveau rachis génital, compris, comme le rachis antérieur, entre le plancher de cette cavité et une membrane spéciale, au-dessous de laquelle, dans un tissu aréolaire, chemine également un « vaisseau ». Ce tissu se continue entre l'œsophage et le rebord postérieur du sac stomacal, comprenant dans ses mailles des ramifications de l'organe spongieux et, m'a-t-il

semblé, d'après la structure histologique, du stolon génital; puis le sac viscéral reprend, passe entre le sac stomacal et le rectum et va se souder à lui-même, du côté dorsal.

Dans la région où a lieu cette soudure, immédiatement au-dessous du rectum, se forme encore une masse de tissu aréolaire contenant un gros canal qui se divise en deux branches, l'une passant en avant, l'autre en arrière du rectum. D'autres canaux à parois épaisses circulent entre les feuillets du sac viscéral, au-dessus du sac stomacal, dans la région située immédiatement au-dessus du calice. Ces dispositions se conservent dans la coupe qui suit vers la droite. Seulement des pavillons vibratiles se montrent dans la partie de la coupe des téguments qui avoisinent le canal radial antérieur; dans la région comprise entre ces pavillons et le sommet supérieur de la coupe, on aperçoit quelques-uns des longs canaux qui, prolongeant les pavillons vibratiles, cheminent dans les téguments presque parallèlement à leur surface. Il existe deux autres pavillons immédiatement en dehors du cercle péribuccal, l'un du côté antérieur, l'autre du côté anal. Ce dernier était déjà indiqué dans la coupe précédente; cette coupe intéresse les deux canaux radiaux droits. Au-dessous de la région correspondant au canal radial antérieur, entre le tégument et l'œsophage, mais près du tégument, les feuillets du sac viscéral laissent entre eux un espace qui, sur la coupe, a l'aspect d'un tube longitudinal dans la cavité duquel s'engagent deux tubes hydrophores, libres d'ailleurs dans cette cavité; viennent ensuite les trabécules péri-œsophagiennes; puis une cloison oblique limitant un espace dans lequel se trouve un nouveau tube hydrophore. Les autres parties du sac viscéral présentent d'ailleurs les mêmes caractères que dans la coupe précédente; des « vaisseaux » et des rameaux du stolon génital se retrouvent aux places correspondantes.

Nous arrivons maintenant, en procédant toujours vers la droite à une coupe importante, parce qu'elle ne contient pas moins de neuf tubes hydrophores et de treize entonnoirs vibratiles. Onze de ces derniers sont répartis sur le méridien antérieur; mais ils n'arrivent pas jusqu'au voisinage immédiat de la bouche; les deux autres sont situés à la partie supérieure du méridien postérieur, au niveau du bord de la région du sac stomacal dans laquelle vient s'ouvrir l'anse intestinale. Dans la région antérieure de la

coupe le sac viscéral, toujours aréolaire, se montre comme formé de deux membranes, l'une reliée à la paroi du corps par des trabécules d'éléments fusiformes presque normaux aux surfaces qu'ils unissent, l'autre reliée de même à la membrane péritonéale. Ces trabécules, de dimensions très variables, les unes en voie de renforcement par l'addition des éléments nouveaux formés sur la membrane péritonéale, les autres assez semblables aux rudiments signalés dans la seconde partie de ce travail, n'ont aucun rapport de position avec les entonnoirs vibratiles. Le feuillet interne, en arrivant entre le sommet du repli antérieur du sac stomacal et l'œsophage, envoie des lames verticales entre ces deux parties du tube digestif, lames qui comprennent entre elles, comme d'habitude, la coupe d'un canal, et vont se raccorder à la cloison horizontale que nous connaissons déjà. Aussitôt après, ce feuillet se subdivise en deux feuillets secondaires; il en est de même du feuillet supérieur, et de plus une nouvelle membrane se détache de la paroi du corps, de telle façon qu'en se rapprochant de la région buccale on voit se superposer peu à peu quatre cavités séparées par cinq membranes horizontales presque parallèles. Les deux membranes limitant la première cavité se replient autour de l'œsophage vers le bas ; entre la troisième et la quatrième on aperçoit un cordon qui paraît être un rameau du stolon génital; la cinquième membrane que d'autres trabécules membraneuses unissent à la paroi du corps, se relie à son tour à deux gros cordons (coupes de membranes) comprenant entre eux un espace vide; plus bas se trouve un troisième cordon plus court, plus distant des deux premiers, auxquels il est relié par d'épaisses trabécules fibro-cellulaires. Ce cordon se relie, à son tour, à la membrane péritonéale qui enveloppe l'œsophage, comme les premiers se relient à la paroi du corps. Il se forme ainsi autour de l'œsophage de vastes aréoles, parfois presque rectangulaires. C'est dans cette région que se trouvent les tubes hydrophores. Le premier est coupé net dans la cavité comprise entre les deux cordons; du second et du 8ᵉ on ne voit que la base; les parois du 3ᵉ semblent se continuer avec celles de cette cavité dans laquelle on trouve aussi en totalité le 5ᵉ, le 6ᵉ et le 9ᵉ coupés net; le 4ᵉ et le 7ᵉ dépassent de beaucoup la cavité et se replient en dessus après cet assez long trajet; mais le 4ᵉ est coupé par le rasoir, et l'extrémité du 7ᵉ, tournée vers la plaque de

verre porte-objet, n'est pas distincte. Aucun de ces tubes ne s'ouvre donc manifestement dans la cavité générale; mais on ne peut non plus considérer ici la preuve du contraire comme faite. Entre la région œsophagienne et le rebord postérieur du tube digestif, le sac viscéral s'épaissit encore en se délaminant; la coupe d'un canal apparaît entre ses lames, dont l'une va s'unir à la membrane péritonéale, l'autre, continuant son trajet entre les deux branches du fer à cheval qui représente la coupe de la partie postérieure du sac stomacal, émet des trabécules qui vont s'attacher à toutes les parties de la paroi externe de ce sac. Entre ces deux feuillets, au-dessus du canal, se montre encore une coupe du rachis génital. L'orientation des deux pavillons vibratiles que nous avons signalés dans cette région est la même que celle des feuillets sous-jacents du sac viscéral.

On observe encore des canaux en avant de l'œsophage, au niveau de sa rencontre avec le sac stomacal, et, du côté dorsal, entre le sac stomacal et le sac viscéral, en divers points, notamment au niveau de la plaque centro-dorsale. Les mêmes particularités se retrouvent dans la coupe suivante; seulement, dans la région péri-œsophagienne, on n'observe plus qu'une seule cloison membraneuse, tendue du milieu du plancher du canal radial antérieur droit au bord antérieur du plancher du canal radial postérieur. Le plancher du premier de ces canaux est là remarquablement épais et présente une zone transversale finement fibrillaire, dont l'aspect est comparable à celui de la bandelette nerveuse située entre l'épithélium et la bandelette fibreuse de la gouttière ambulacraire. Cette couche ne se retrouve pas dans le plancher d'ailleurs mince du canal postérieur, par la raison que le plan des coupes n'est pas perpendiculaire à la bissectrice de l'angle que forment ces deux canaux, et que le canal postérieur est coupé relativement plus loin de la bouche que le canal antérieur; effectivement, les planchers des deux canaux sont également minces dans la coupe suivante où rien n'est fondamentalement changé, si ce n'est que les deux canaux radiaux sont plus éloignés l'un de l'autre. Il n'existe encore entre leur plancher et la portion péri-œsophagienne du sac viscéral qu'une seule cavité; cette cavité est divisée verticalement dans la coupe suivante par une large cloison verticale, et chacune de ses moitiés représente une cavité sous-tentaculaire radiale. Le plancher inférieur de ces cavités n'est d'ailleurs

qu'une continuation du sac viscéral ; il n'est pas soudé latéralement avec la paroi du corps, de sorte que les cavités sous-tentaculaires radiales, qui déjà communiquent entre elles, communiquent aussi avec l'espace compris, du côté dorsal, entre le sac viscéral et les téguments et, par cet espace, avec la cavité dorsale des bras ou cavité cœliaque. A l'âge qui nous occupe, les liquides qui circulent dans ces cavités peuvent certainement passer de l'une à l'autre, puisque toutes deux viennent s'ouvrir, en somme, dans l'espace compris entre le tégument et le sac viscéral, espace auquel on peut conserver le nom d'*espace circum-viscéral* sous lequel le désigne Ludwig. La façon dont les cavités sous-tentaculaires communiquent avec cet espace mérite d'autant plus d'être étudiée, qu'en avant de la coupe transversale du canal radial antérieur se trouvent deux pavillons vibratiles, qu'il y en a un autre en arrière de la coupe du canal radial postérieur, et que ces trois pavillons sont manifestement orientés de manière à se diriger vers les cavités sous-tentaculaires. Examinons d'abord le côté antérieur. Là, comme d'habitude, le sac viscéral paraît d'abord essentiellement formé de deux feuillets reliés par des trabécules s'attachant sur eux à angles très aigus. En arrivant au-dessous des pavillons vibratiles, le feuillet inférieur du sac présente une inflexion et passe au-dessous de la coupe du canal que nous avons trouvé jusqu'ici enfermé entre deux processus verticaux de ce feuillet. Le feuillet supérieur très aminci passe au-dessus du canal, se relie à la paroi du corps sous le pavillon, puis s'en détache et va se perdre dans le plancher de la cavité sous-radiale. Cependant, au niveau du sommet de l'entonnoir vibratile antérieur, une lame membraneuse se détache de la paroi du corps, sans s'en éloigner beaucoup, la suit à très petite distance et va se rattacher au plancher de la cavité sous-radiale, en passant au-dessous d'un amas cellulaire, probablement la coupe d'un rameau du stolon génital. Une seconde membrane se détache de la paroi du corps exactement au sommet du second entonnoir vibratile, suit cette paroi comme la précédente, au-dessus de laquelle elle se trouve, en lui demeurant presque accolée, et va finalement se rattacher, elle aussi, au plancher sous-radial dans le point où il est le plus rapproché de la paroi du corps. Cette seconde membrane a toute l'apparence de limiter inférieurement un fin canal faisant suite au pavillon vibratile et venant s'ouvrir dans la cavité sous-tentacu-

laire; mais dans notre coupe la lumière de ce canal est interrompue vers le milieu de sa longueur par un tractus détaché de la paroi du corps; de plus, dans cette même lumière, entre ce tractus et le pavillon, flotte un très grêle filament renflé vers son milieu en un noyau allongé; enfin le canal lui-même n'arrive pas tout à fait jusqu'à la cavité sous-tentaculaire, de sorte qu'il n'est pas absolument certain, malgré les apparences, que la cavité qui fait suite au pavillon vibratile, et celle qui, de l'autre côté du tractus, va s'ouvrir dans la cavité radiale antérieure, fassent partie d'un seul et même canal conduisant dans cette dernière cavité l'eau recueillie par le pavillon. C'est là un exemple des difficultés qui se renouvellent sans cesse dans ce genre d'études, et il est difficile de comprendre comment les auteurs qui se sont occupés des *Antedon* adultes et ont constamment affirmé que tous les entonnoirs vibratiles s'ouvraient dans la cavité générale, sont arrivés à se faire si vite une conviction.

Passons maintenant à la partie postérieure du sac viscéral et suivons-la du côté dorsal au côté ventral. Elle présente d'abord la même constitution qu'en avant; son feuillet intérieur se reploie de manière à se souder à la membrane péri-œsophagienne; son feuillet extérieur monte encore pendant un certain temps, relié à la paroi du corps par de délicates trabécules; puis il vient se souder à une lame membraneuse détachée de la paroi du corps, un peu en avant du sommet du pavillon vibratile qui s'enfonce dans cette paroi très obliquement de haut en bas et d'arrière en avant. Entre cette lame et la paroi du corps se trouve comprise une sorte de cavité tubulaire qui, d'une part, s'ouvre dans la cavité sous-radiale postérieure, et se continue d'autre part avec le tube du pavillon vibratile. Il paraît donc évident que, par l'intermédiaire de ce tube et de la cavité qui le continue, l'eau recueillie par le pavillon passe dans la cavité sous-radiale. Toutefois, là comme en avant, il existe à l'orifice du canal, dans la cavité qui lui fait suite, des trabécules allant de sa paroi inférieure à la paroi du corps, et qui font que sur les coupes la communication ne paraît pas absolument franche. Nous la regardons cependant comme réelle; on ne voit là, en effet, aucun vaisseau dans lequel les pavillons pourraient s'ouvrir. Nous sommes donc en présence d'entonnoirs vibratiles conduisant non plus dans des tubes hydrophores, non pas même dans des canaux déterminés, mais dans des cavités

spéciales, en communication avec les cavités sous-radiales. Nous allons retrouver d'autres pavillons analogues. Dans les coupes suivantes, le tube digestif est sectionné de manière à avoir l'apparence générale d'une vasque à doubles parois, s'unissant entre elles aux deux bords supérieurs de la vasque, qui se replient un peu en dedans; les deux bords se rapprochent graduellement dans les coupes successives et finissent par se confondre; la coupe du sac stomacal devient alors annulaire et finalement discoïdale. Dans la première des coupes qui nous restent à examiner, les deux cavités radiales sont séparées par un lambeau continu du sac viscéral, continuation de la large cloison que nous avons vu apparaître dans les coupes précédentes, passant entre les deux bords de la coupe figurée par l'intestin. Ce lambeau ne va pas jusqu'au tégument, il n'est relié à lui que par des trabécules dont le tissu passe du reste insensiblement au tissu tégumentaire; de plus, immédiatement au-dessous de ces trabécules, il est traversé par une fissure exactement parallèle au bord tégumentaire et contenant un cordon cellulaire qui fait bien nettement partie du rachis génital. Aux deux extrémités de ce cordon, au-dessous du plancher inférieur de chaque cavité radiale, dans une cavité spéciale correspondant à la cavité génitale des bras, se trouvent des fragments d'un cordon semblable entre lesquels il est probable qu'il établit la continuité. La continuité entre le long cordon médian et le cordon génital antérieur est d'ailleurs établie dans la coupe suivante. La cavité génitale antérieure mérite l'attention. Son plancher inférieur se recourbe en effet vers le haut pour venir se relier au sac viscéral, composé dans cette région de feuillets superposés très délicats, courant parallèlement les uns aux autres, compris entre deux feuillets plus épais et s'étageant jusqu'au tégument. L'un des espaces très étroits qui séparent ces feuillets est la continuation d'un pavillon vibratile; cet espace ne conduit pas dans la cavité génitale, il passe au-dessous et constitue évidemment une voie d'irrigation limitée par une membrane propre, à laquelle on pourrait cependant contester la qualité de canal s'il était démontré que les minces feuillets entre lesquels l'eau coule s'accolent par places, sans former de conduits cylindriques ou coniques d'une certaine étendue. L'orientation de l'entonnoir et de son canal est d'ailleurs manifestement la même que celle des feuillets constituant le plancher génital; l'eau recueillie par lui est con-

duite dans les interstices des feuillets de ce plancher, avec lequel il est en connexion si étroite que son épithélium paraît n'être qu'une modification des éléments des feuillets auxquels il fait suite. C'est là un fait général et sur lequel on ne saurait trop insister. Les pavillons vibratiles, lorsqu'ils cessent d'être en rapport direct avec les tubes hydrophores, qu'ils ne se continuent pas en véritables canaux, ne conduisent pas l'eau dans une partie quelconque de la cavité générale : ils sont orientés comme les feuillets qui rattachent le sac viscéral à la paroi du corps, et se continuent au moins avec la mince couche de tissu hyalin nucléé qui recouvre ces feuillets comme une sorte d'épithélium (*Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XII, fig. 109 et 110). On peut encore le constater dans une région toute différente de la coupe suivante. Dans cette coupe deux pavillons vibratiles se trouvent du côté postérieur, entre la coupe du canal radial postérieur et celle du calice; l'un de ces pavillons est orienté dans la direction du canal radial, mais de telle sorte que son tube conducteur s'engage entre la paroi du corps et un feuillet qui, après un certain temps, s'en détache pour s'y ressouder plus tard, et se continuer enfin avec le plancher inférieur de la cavité sous-radiale voisine. Il est à noter cependant que le tube conducteur du pavillon ne se confond ni avec la paroi du corps ni avec le feuillet en question, mais conserve ses parois propres et reste par conséquent à l'état de canal.

D'autre part, dans les coupes suivantes, les minces feuillets entre lesquels coule l'eau recueillie par les pavillons vibratiles, arrivent à se souder par des trabécules au canal supra-intestinal dont la coupe se retrouve dans toutes les sections en avant du canal radial droit antérieur, et qui finit par se ramifier sur l'intestin; les parois du canal, celles des feuillets ont exactement la même structure; nous n'avons cependant pas constaté de continuité entre la lumière du canal et les interstices des feuillets. Si cette continuité était établie comme celle des parois des canaux avec la membrane péritonéale, on voit combien deviendrait délicate la distinction entre les canaux que la plupart des auteurs appellent vaisseaux et de simples interstices de feuillets membraneux.

Revenons maintenant à notre coupe initiale et suivons de coupe en coupe les modifications du sac viscéral en nous dirigeant vers la

gauche. Sur la coupe qui suit celle d'où nous sommes partis, deux organes nouveaux apparaissent bien développés, le *stolon génital* ou *organe axial* et l'*organe spongieux*. Il en résulte dans la disposition du sac viscéral qui les accompagne une complexité plus grande. De plus, cette coupe intéresse le tube anal dans toute son étendue et permet d'étudier les modifications que subit le sac viscéral autour du rectum. La description que nous avons donnée de la partie antérieure du sac viscéral et de ses rapports avec la partie correspondante du sac nucléaire pour la coupe d'où nous sommes partis est encore valable, à peu de chose près, pour la coupe située immédiatement à sa gauche. Il y a seulement lieu de signaler,au-dessous du canal radial antérieur,que la coupe traverse dans toute sa longueur un pavillon vibratile, très oblique, situé dans la partie du sac nucléaire qui relie le plancher inférieur de la cavité sous-radiale aux parties calcifiées du bras correspondant. Le tractus qui fait suite à ce pavillon se dirige en remontant vers la cavité génitale, mais s'engage seulement dans son plancher. A partir du niveau de la troisième triade de tentacules du canal radial, le plancher de la cavité sous-radiale se résout en tractus membraneux qui forment, comme d'habitude, un tissu aréolaire entre la paroi du corps et celle du sac viscéral. Dans les mailles de ce tissu, on peut suivre le cordon génital antérieur. Ce cordon dépasse à peine le bord de la coupe du tube digestif contenu dans cette région, et se réfléchit brusquement en formant un coude presque rectangulaire. Il est assez difficile de suivre sa partie verticale, au milieu des membranes fibreuses; on en aperçoit cependant des parties qui conduisent, après plusieurs intermittences, jusqu'à un lobe de la partie principale du stolon, qui paraît être son lobe d'origine. A l'âge où l'animal est parvenu, il existe donc encore entre ce qu'on a appelé l'organe dorsal et les rachis génitaux une connexion semblable à celle que nous avons décrite pour les Comatules à cinq pinnules.

Un rameau très important du stolon génital s'élève verticalement jusqu'au niveau du bord supérieur de la coupe du sac stomacal, entre cette coupe et celle de l'œsophage. Dans cette région, le sac viscéral est remplacé par un tissu aréolaire fort compliqué dont les tractus sont renforcés par des faisceaux de fibres, et dont les uns enveloppent la coupe d'un

tube hydrophore, tandis que les autres, se réfléchissant vers le bas, forment également une enveloppe à la partie antérieure de l'organe spongieux. Le feuillet de cette enveloppe, qui passe au devant de l'organe, se relie à la partie du sac viscéral située dans l'arc du fer à cheval formé par la coupe de l'intestin; le feuillet postérieur descend entre l'œsophage et la masse formée par ce que Ludwig appelle en bloc le réseau axial, dépasse la coupe de ce « réseau » et se relie alors par de nombreuses trabécules à la partie du sac viscéral qui borde la partie inférieure du sac stomacal; finalement la partie du sac viscéral antérieure à l'organe axial et la partie postérieure à cet organe se condensent en deux feuillets entre lesquels se trouve un canal vertical à parois distinctes des feuillets. Ces deux feuillets vont rejoindre la partie dorsale du sac viscéral, un peu en avant de l'organe cloisonné. De cette région du sac viscéral partent deux tractus qui passent l'un en avant, l'autre en arrière du stolon génital, et l'accompagnent jusqu'au niveau de la saillie formée au-dessus de la rosette par les premières radiales. La chaîne de ces tractus se divise en deux feuillets. Le feuillet externe du tractus postérieur se réfléchit sur le stolon génital auquel il s'accole étroitement; l'autre s'éloigne horizontalement dus tolon génital et se continue avec le sac viscéral qui, en ce point, est à égale distance de la paroi du corps et du tube digestif. Dans ce trajet, ce tractus laisse au-dessous de lui un espace vide, limité inférieurement par la rosette, latéralement par la saillie de la première radiale; c'est une partie de l'*anneau basilaire* qui, en ce point, communique librement avec l'espace circumviscéral et par lui avec la cavité cœliaque des bras.

Du milieu environ de la longueur du plancher presque horizontal de l'anneau basilaire s'élève une saillie triangulaire, du sommet de laquelle part un nouveau tractus membraneux qui va s'attacher au feuillet externe du sac viscéral. Le feuillet externe du tractus antérieur va s'accoler à la saillie de la première radiale, et forme ainsi une cloison qui sépare de la cavité générale la région de l'anneau basilaire situé au-dessous de lui; un diverticulum dorsal de cet anneau perfore la partie correspondante de l'axe nerveux. Le feuillet interne du tractus dont nous venons de parler continue à accompagner un certain temps le stolon génital et se rabat sur lui, comme le feuillet analogue du côté opposé. La cloison formée par ces

deux feuillets est doublée en dessous par un plancher calcaire de faible épaisseur.

D'assez nombreuses coupes de canaux s'observent entre les deux feuillets du sac viscéral, tant dans sa moitié antérieure que dans sa moitié postérieure; elles se montrent surtout dans la région dorsale; nous en suivrons ultérieurement le trajet. L'une d'elles se trouve à la partie inférieure de la coupe du rectum; au-dessous d'elle les tractus membraneux qui constituent dans cette région le sac viscéral passent entre l'estomac et le rectum, et il ne tarde pas à se diviser en trabécules fibreuses qui vont s'attacher à la membrane péritonéale, le long de l'œsophage. Entre la coupe de l'œsophage et celle du rectum se trouvent les coupes de deux parties du tube digestif formant deux courbes fermées, correspondant à la région du tube digestif qui occupe le milieu de la figure 162, pl. XX; le sac viscéral passe à égale distance de la plus extérieure d'entre elles et du rectum, envoyant de minces trabécules à la membrane péritonéale de l'une et de l'autre; l'un des feuillets se continue le long du rectum; l'autre au moment où il dépasse vers le haut le tube digestif, le sac viscéral se divise en deux lames. La lame antérieure se rabat horizontalement au-dessus des deux coupes du tube digestif, et se transforme en un tissu alvéolaire d'une assez grande épaisseur, dans lequel sont engagés des rameaux du stolon génital; finalement ce tissu va s'attacher à l'enveloppe du corps spongieux. L'autre lame se dirige vers le rectum; mais, avant de l'atteindre, elle s'épaissit beaucoup, se rapproche de la paroi du corps et développe à sa surface externe quelques volumineux bourgeons.

A cette lame se rattache celle qui accompagne la partie terminale du rectum à égale distance des parois externes et de la paroi interne du tube anal.

La portion du sac qui sépare les cavités interviscérale et circumviscérale l'une de l'autre, se comporte de même de l'autre côté du rectum, de sorte que celui-ci est entouré d'un tube membraneux continu. Ce tube, à son extrémité supérieure, se rabat vers l'extérieur et se continue avec la couche interne ou profonde de la paroi du corps. Il se distingue des autres parties du sac viscéral parce qu'il est recouvert d'une couche simple mais très serrée de fibres annulaires qui sont probablement des fibres musculaires et contri-

buent sans doute à produire les mouvements de la cheminée anale qu'on observe chez l'animal vivant. La portion du sac viscéral qui forme un tube autour du rectum est, en effet, reliée aux parois de la cheminée anale par de nombreuses trabécules séparées, formées par des faisceaux de cellules fusiformes; au contraire, entre le sac viscéral et la paroi du rectum proprement dit, il n'y a pas de trabécules, mais bien des cellules fusiformes ou étoilées en si grand nombre que tout cet espace paraît feutré. D'ailleurs sur les coupes unpeu épaisses et colorées à l'éosine, tout cet espace se colore comme s'il était occupé par une substance homogène, analogue à celle qui, dans le tissu calcarifère, enveloppe totalement les éléments anatomiques. Un très grand nombre de ces éléments présentent une tendance à orienter deux de leurs prolongements dans le sens longitudinal, parallèlement aux parois du rectum; d'autres, plus gros, sont libres, binucléés, et probablement en voie de division. Il est manifeste que la portion de la cavité générale, comprise entre le sac viscéral et le rectum, et qui correspond à la cavité interviscérale, n'a ni la même constitution ni les mêmes fonctions que la portion comprise entre le sac viscéral et la paroi du corps et qui correspond à la cavité circumviscérale.

Ici se trouve malheureusement une lacune dans la série de mes coupes. Les premières coupes auxquelles j'arrive ensuite ont dépassé la région buccale qui aurait cependant présenté en ce point un grand intérêt; elle contient les coupes des deux canaux radiaux gauches qui sont déjà même assez distantes. Cependant, au-dessous du plancher inférieur des cavités radiales, on voit encore le cordon génital commun qui fournira les deux rameaux radiaux, bientôt subdivisés en quatre rameaux brachiaux.

Les dispositions du sac viscéral que nous avons minutieusement décrites du côté droit, se reproduisent du côté gauche. A mesure que l'on s'éloigne de la région moyenne, la partie dorsale du sac viscéral tend à s'amincir. D'ordinaire, dans la région qui s'étend du bord externe du canal radial antérieur au bord externe du canal radial postérieur, la coupe présente, comme du côté opposé, le même aspect que si le sac viscéral était formé d'une série de feuillets, assez régulièrement onduleux, s'accolant par les sommets de leurs ondulations, et limitant ainsi des espaces à section fusiforme. Les deux feuillets externes sont épais et fibreux, et le feuillet supérieur vient s'accoler par

places, dans ses ondulations, à la paroi même du corps. On voit avec la plus parfaite évidence, dans l'une de ces coupes, un pavillon vibratile venir s'ouvrir dans l'un de ces espaces. Mais là encore il faut bien remarquer la façon dont se fait cette communication. L'espace dans lequel vient s'ouvrir le pavillon vibratile est limité en haut par la couche interne fibreuse de la paroi du corps, en bas par le feuillet supérieur également fibreux du sac viscéral. Ce feuillet, au delà du pavillon vibratile, s'accole définitivement à la paroi du corps et ne s'en sépare plus ; en deçà de l'espace dans lequel s'ouvre le pavillon, il se rapproche également de la paroi du corps, s'accole à elle sans qu'il y ait cependant fusion complète de tissu, puis s'en sépare presque aussitôt et s'en rapproche une seconde fois; mais ici la paroi du corps fait aussi vers l'intérieur une légère saillie sur laquelle vient s'attacher en partie le plancher inférieur de la cavité radiale. C'est à ce plancher, dans lequel les coupes suivantes démontrent l'existence de cavités, que vient s'accoler définitivement cette fois le feuillet dont nous suivons la marche. Dans ce trajet il est revêtu, comme la paroi du corps à laquelle il s'accole par places, d'une très fine membrane à noyaux saillants qui tapisse par conséquent les espaces qu'il laisse libres, se continue avec la membrane limitante du canal intra pariétal qui fait suite à l'entonnoir et dont les éléments se transforment graduellement de manière à devenir les éléments ciliés de l'entonnoir lui-même. Toutes ces parties sont donc en continuité parfaite de tissu; d'ailleurs l'axe du plancher de la cavité radiale, l'axe des deux espaces successifs qui le suivent, l'axe du canal pariétal et celui de la première partie du pavillon vibratile ne sont, eux aussi, qu'une seule et même ligne droite, pénétrant à angle très aigu dans la paroi du corps ; seule l'extrémité périphérique du pavillon se redresse pour venir s'ouvrir presque normalement à la surface du corps. L'eau qui entre par le pavillon ne pénètre donc pas brusquement dans la cavité du corps pour venir frapper le sac viscéral et se répartir ensuite n'importe comment, comme elle le ferait si les entonnoirs vibratiles et leurs canaux pariétaux étaient normaux à la surface du corps; elle traverse très obliquement la paroi du corps, coule d'abord dans un canal plus ou moins long qui s'y trouve contenu, puis dans un système de cavités qui continuent en quelque sorte le canal, en suivant sa direction, et la conduisent aux régions bien déterminées où elle doit se ren-

dre. Que ces cavités tapissées par une membrane identique à celle qui limite le canal pariétal et qui continue elle-même l'épithélium de l'entonnoir soient désignées sous le nom ds canaux ou de lacunes, elles n'en constituent pas moins un appareil conducteur, déterminant bien nettement le mode d'irrigation des diverses parties du corps, et témoignant, par la précision même avec laquelle la distribution de l'eau est faite entre ces parties, de l'importance du rôle que joue ce liquide dans l'économie de l'animal. Les faits que nous signalons prendront naturellement plus d'importance quand on aura vu avec quelle régularité ils se reproduisent chez les Comatules tout à fait adultes, où toutes ces parties se sont si multipliées.

Les feuillets délicats du sac viscéral qui sont compris entre les deux feuillets externes, et que nous avons déjà signalés en étudiant la partie droite du sac viscéral, ont la même structure que la membrane limitante des espaces conducteurs et des canaux pariétaux; et cette structure diffère elle-même très peu de celle des parois des canaux d'irrigation proprement dits; de sorte que tout au moins une étroite parenté histologique relie toutes ces parties.

Résumé. — En rassemblant toutes les données que nous venons de réunir relativement au sac viscéral, on peut, en faisant abstraction pour le moment de la structure de ses parois, le décrire de la façon suivante :

Le sac viscéral, chez une jeune Comatule présentant vingt-cinq pinnules, est une enveloppe qui entoure le tube digestif en demeurant à peu près à égale distance de la paroi externe de ce tube et de la paroi interne du corps. Dans le fond du calice, il forme le plafond d'une cavité limitée, d'autre part, par les tissus qui enveloppent, en bas, la rosette, latéralement les premières radiales. L'axe de cette cavité est occupé par le prolongement du stolon génital; la cavité elle-même a donc une forme annulaire et peut être désignée sous le nom d'*anneau basilaire*. Dans l'anneau basilaire s'ouvrent les cavités dorsales des bras. Du plafond de l'anneau basilaire s'élèvent des dépendances du sac viscéral qui entourent le stolon et le plexus génitaux, pénètrent dans les mailles du plexus et fournissent une enveloppe conjonctive incomplète aux canaux qui le constituent. Par en haut, la partie du sac viscéral qui entoure le stolon et le plexus génital vient se raccorder à l'enveloppe du plexus labial et de l'organe spongieux, enveloppe constituée par

le sac labial et les trabécules qui forment la gaine des canaux du plexus. Dans cette région débouchent les cavités sous-radiales dont la cloison de séparation du reste de la cavité générale des bras est obtenue par une simple modification du sac viscéral. Le plancher de la cavité sous-radiale, bien séparé du sac viscéral proprement dit sur presque toute son étendue, vient, en effet, se confondre avec lui dans sa portion réfléchie autour de l'œsophage, portion qui limite elle-même la région occupée par le plexus. Il est à noter que le cylindre membraneux vertical résultant de la fusion des planchers des cavités sous-radiales et du sac viscéral présente vers le bas de l'œsophage de vastes lacunes qui permettent à la couche péri-œsophagienne qu'elle circonscrit de communiquer avec les autres parties de la cavité générale. Ce cylindre passant verticalement à l'intérieur de la spire du tube digestif va rejoindre la partie extérieure du sac viscéral.

Ludwig a appelé *cavité circumviscérale* la portion de la cavité générale extérieure au sac viscéral, *cavité interviscérale* la portion de la cavité générale intérieure à ce sac. Il distingue, en outre, entre l'œsophage et l'organe dorsal, une *cavité axiale* qui se distinguerait de toutes les autres parties de la cavité générale par l'absence totale de trabécules. J'ai des coupes exactement parallèles au plan de symétrie du disque qui contiennent dans toute leur longueur l'organe axial, le tube anal, et dont les plans coïncident exactement avec le plan médian de l'organe cloisonné. L'une de ces coupes a été représentée planche XII, figure 112; elle est relative à une Comatule complètement adulte; je n'y vois rien qui corresponde à cette cavité axiale, vide de trabécules, et je préférerais appeler cavité axiale la portion de la cavité générale circonscrite par la région ascendante du sac viscéral qui contient le plexus et le stolon génital. La cavité axiale, telle que nous la définissons, correspond bien, du reste, aux cavités sous-tentaculaires des bras, comme la cavité circumviscérale correspond à leur cavité dorsale. La cavité génitale des bras n'est que la continuation dans les bras de l'espace compris entre les divers feuillets du sac viscéral proprement dit. Quant à la cavité interviscérale, elle n'a pas de correspondante dans le bras, ce qui tendrait à jeter des doutes sur l'autonomie de la cavité axiale et à la faire considérer comme un simple démembrement de la cavité interviscérale.

La distinction de ces cavités n'a d'ailleurs d'autre intérêt que de faire

ressortir les ressemblances qui existent entre la structure du disque et celle des bras. On sait, en effet, que le sac viscéral est un organe de formation tardive, adventif en quelque sorte, et que les divisions établies par lui dans la cavité générale n'ont aucun rapport avec les divisions primitives, résultant de l'adossement des parois des poches péritonéales.

La jeune Comatule que nous venons d'étudier a vingt-cinq pinnules; son sac viscéral nous présente un schéma naturel de la disposition de l'important système de cloisonnement qui envahit plus tard la cavité générale. Les trabécules, membranes, aréoles, se multiplient beaucoup chez les Comatules adultes, de manière à fournir à chaque viscère, ou partie de viscère, une enveloppe à distance; mais les dispositions générales restent les mêmes; il sera donc inutile d'en recommencer la description; nous aurons du reste occasion de signaler les détails les plus importants de leur distribution en nous occupant des entonnoirs vibratiles.

VII

LES ENTONNOIRS VIBRATILES ET LEURS RELATIONS.

Entonnoirs vibratiles. — Tous les auteurs qui ont décrit les entonnoirs vibratiles si nombreux que porte le disque des Comatules adultes ont *admis* que ces singuliers organes conduisent l'eau dans la cavité générale. Nous avons vu cependant que le premier entonnoir vibratile de la larve cystidéenne ne conduisait nullement l'eau dans la cavité générale, mais bien dans le premier tube hydrophore; de même, au début, les cinq pavillons vibratiles de la larve phytocrinoïde sont aussi en rapport étroit, de position tout au moins, avec les tubes hydrophores. Nous avons décrit chez la jeune Comatule un peu plus avancée, des pavillons en communication avec des canaux d'irrigation et totalement indépendants des tubes hydrophores; enfin nous avons déjà rencontré, chez les jeunes Comatules portant environ vingt-cinq pinnules à chaque bras, des pavillons qui s'ouvrent soit dans la cavité sous-radiale, soit dans la cavité génitale des bras, c'est-à-dire dans des dépendances incontestables de la cavité générale. Il semble qu'il y ait contradiction entre toutes ces données. La question demande donc un examen d'autant plus approfondi qu'elle a une importance de premier

ordre pour la conception du mode d'organisation des Comatules. Si l'on compare avec de bonnes préparations les figures qui ont été publiées des entonnoirs vibratiles, il est facile de constater qu'aucune d'elles ne donne la preuve de cette communication constante des entonnoirs avec la cavité générale, qu'admettent la plupart des auteurs. Grimm fait suivre d'un long canal les pavillons qu'il figure; ce canal existe réellement, mais Grimm n'a pu voir son ouverture interne. Ludwig, au contraire, figure bien les pavillons comme s'ouvrant dans la cavité générale; mais, suivant lui, chaque pavillon ne serait suivi que d'un court canal, traversant presque normalement les téguments et s'ouvrant dans les lacunes sous-jacentes. Or, aucune de mes préparations d'*Antedon rosacea* ou d'*Antedon phalangium*, aucune de celles de M. Carl Vogt sur la première de ces espèces, ne présente d'entonnoir vibratile s'ouvrant comme ceux que représente Ludwig soit dans la figure 39, soit dans la figure 49 de son Mémoire; et, d'après son schéma, tous les pavillons vibratiles du disque présenteraient cependant la même disposition. Herbert Carpenter admet tout d'abord l'exactitude de la disposition décrite par Ludwig; il reconnaît cependant ensuite que les pavillons vibratiles sont suivis d'un tube plus long que ceux figurés par Ludwig (lettre personnelle).

Mais son mémoire relatif aux Crinoïdes fixés du *Challenger* n'est nullement en accord avec le résultat de nos propres observations : « Les pores aquifères qui percent la paroi du périsome ventral, qu'il soit ou non muni de plaques, sont, dit-il, dans une étroite relation fonctionnelle avec les tubes hydrophores (1) » ; il y a sûrement des entonnoirs vibratiles s'ouvrant dans les diverses cavités des bras qui n'ont aucun rapport fonctionnel avec les tubes hydrophores; la proposition d'Herbert Carpenter ne saurait donc être tout à fait exacte.

D'autre part, les figures 1, 3, 4 de sa planche LVII et les figures 2, 4, 6 de sa planche LIX, représentent des entonnoirs vibratiles dont les tubes, assez longs, traversent normalement la paroi du corps et semblent s'ouvrir dans la cavité générale. Ces figures sont relatives à des *Pentacrinus*, et il est possible qu'il en soit ainsi chez ces Crinoïdes fixés dont nous n'avons

(1) H. Carpenter, *The stalked Crinoidsp.*

encore étudié, à ce point de vue, aucune espèce. Mais dans le diagramme de la page 123 de son Mémoire, diagramme relatif à l'*Antedon Eschrichti*, les entonnoirs vibratiles sont représentés exactement comme ceux des *Pentacrinus;* chez l'*Antedon rosacea* et l'*Antedon phalangium* que nous avons observés, la disposition des tubes interpariétaux qui font suite aux entonnoires vibratiles est beaucoup plus compliquée que celle que figure H. Carpenter pour l'*Antedon Eschrichti*, et il est beaucoup moins facile d'en saisir les rapports.

Si l'on veut bien jeter les yeux sur les figures 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 112 du présent Mémoire (1), on reconnaîtra sans peine, en effet, qu'elles n'ont rien de commun avec les figures où Lugwig et Herbert Carpenter représentent les pavillons et leur canal inférieur comme presque normaux aux deux parois des téguments. Dans ces diverses figures tous les pavillons vibratiles, à l'exception d'un seul, situé tout près de la bouche, sont suivis d'un long canal; ce canal chemine toujours plus ou moins longtemps dans l'épaisseur des téguments et presque parallèlement à leurs surfaces avant d'atteindre le voisinage de la cavité générale. Si l'on compare maintenant ces figures les unes aux autres on reconnaît aussitôt les faits suivants :

1° Tous les entonnoirs vibratiles ont une orientation parfaitement déterminée et différente d'un pavillon à l'autre (fig. 106, 109, 112);

2° Il existe sur un même méridien deux groupes d'entonnoirs vibratiles, un *groupe supérieur*, un *groupe inférieur* (fig. 104, 105 et schéma, fig. 162). Les entonnoirs du groupe supérieur ont tous leur tube dirigé vers la bouche; les entonnoirs du groupe inférieur ont, au contraire, leur tube dirigé vers la base du calice;

3° L'orientation des entonnoirs du groupe supérieur est la même que celle des feuillets onduleux qui limitent le système des cavités péri-œsophagiennes et entre lesquels cheminent les canaux du plexus labial, la même, en conséquence, que celle de ces canaux (fig. 106 et 109);

4° Les entonnoirs vibratiles du groupe inférieur sont suivis de tubes qui, se greffant les uns sur les autres, forment ainsi des tubes plus larges, dirigés vers la base du calice, mais qu'on ne voit nulle part sur une même

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. IX, pl. XI et XII.

coupe s'ouvrir directement dans la cavité générale (fig. 103 et 108);

5° Les tubes qui continuent les entonnoirs du groupe inférieur, ceux qui continuent les entonnoirs du groupe supérieur et s'insinuent entre les feuillets de tissu conjonctif dont les entonnoirs partagent l'orientation, ont une structure histologique identique à celle des parois des canaux constituant les plexus génito-labial.

On se rappelle, d'autre part, que chez les larves à la phase cystidéenne et phytocrinoïde les cinq premiers entonnoirs vibratiles ne s'ouvrent pas directement, au moins au début, dans la cavité générale (fig. 9, 16, 22, 57, 58); qu'il en est encore ainsi pour le premier entonnoir vibratile, l'entonnoir anal, même chez les jeunes Comatules libres ayant cinq pinnules à chaque bras (fig. 59), et que là cet entonnoir s'ouvre dans une cavité en continuité avec le cordon péri-œsophagien, qui paraît être le rudiment du plexus labial et appartenir en conséquence au système des canaux considérés par Ludwig comme les vaisseaux des Comatules.

De tous ces faits, constatés soit en commun soit séparément, M. Carl Vogt et moi, avions cru pouvoir conclure : 1° que les entonnoirs vibratiles ne sont pas destinés à laisser pénétrer de l'eau d'une manière quelconque dans l'organisme des Comatules, comme cela semblait résulter des descriptions de la plupart des auteurs, et notamment de celles de Ludwig et d'Herbert Carpenter; — 2° que ces entonnoirs conduisent l'eau dans des régions parfaitement déterminées de l'organisme et en règlent d'une façon précise la circulation; — 3° que ces régions déterminées ne sont autre chose que le plexus génito-labial vers lequel les tubes de ces entonnoirs sont manifestement orientés.

Pour quiconque examinera sans parti pris les figures rigoureusement exactes qui accompagnent ce Mémoire, celles que M. Vogt a publiées d'après ses propres préparations dans son beau *Traité pratique d'anatomie comparée* (1), ces conclusions paraîtront suffisamment justifiées. Je les ai effectivement admises dans la première partie de ce Mémoire.

Je n'ai rien à retirer des faits que j'avais annoncés; toutefois mes précédentes observations présentaient quelques lacunes pouvant fournir matière à objection, et j'ai multiplié les préparations afin d'essayer de les

(1) Voir dans le *Traité* de M. Carl Vogt et Yung les figures 271 (p. 534), 272 (p. 536), 281 (p. 560).

combler. En particulier la structure et les rapports de l'ensemble d'organes qui entourent l'œsophage ne me paraissaient pas suffisamment élucidés pour qu'on pût affirmer sans aucune hésitation que toutes les cavités canaliformes qu'on y observait étaient de même nature. Or ces cavités sont enchevêtrées d'une manière inextricable chez les animaux adultes, et leurs rapports prêtent à bien des interprétations différentes. J'ai essayé de tourner cette difficulté en étudiant des Comatules encore relativement jeunes, et c'est, en effet, sur de jeunes animaux n'ayant pas plus de vingt-cinq pinnules à chaque bras que j'ai pu pour la première fois constater avec certitude qu'un certain nombre d'entonnoirs vibratiles s'ouvrent réellement dans des dépendances de la cavité générale, comme le soutenaient les auteurs. Ce point une fois acquis, il était indispensable de reprendre à nouveau l'étude des animaux adultes au moyen de séries complètes de coupes.

Tout autour de la bouche, surtout entre la bouche et l'anus, et du côté droit, se trouve le plexus important de canaux qu'Herbert Carpenter appelle le plexus labial (1). Ce plexus est en réalité un organe complexe. Il est entouré d'un sac membraneux nettement distinct; des parois de ce sac, contre lesquelles viennent exactement s'appliquer par places quelques-unes de ces parties du plexus d'apparence glandulaire, qu'Herbert Carpenter appelle l'*organe spongieux*, partent de nombreuses trabécules (*mc*), qui forment des gaines incomplètes aux parois du plexus. Il est certain que les tubes interpariétaux des entonnoirs du groupe supérieur se dirigent vers le plexus labial, mais cette orientation, si nette qu'elle soit, n'est pas suffisante pour permettre de conclure que les tubes des entonnoirs et les canaux du plexus sont, comme nous l'avions pensé, en continuité. L'identité de structure des tubes et des parois des canaux est un argument, non une démonstration. Les entonnoirs peuvent tout aussi bien aboutir aux parois du sac, aux gaines des canaux ou aux canaux eux-mêmes. C'est ce dont il s'agissait de s'assurer. Cette détermination est des plus délicates et, afin de prévenir d'avance toute critique, je crois devoir mettre sous les yeux du lecteur toutes les pièces du procès.

Je prendrai, comme type de ma description de la disposition des

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, t. IX, pl. XI, fig. 107, *i*, *mc*, et pl. XII, fig. 112, *is*.

entonnoirs vibratiles, une Comatule tout à fait adulte et débitée en coupes minces d'un centième de millimètre d'épaisseur environ.

Les coupes sont menées à peu près dans la direction bucco-anale, mais un peu obliquement de manière à intéresser à la fois, à partir d'un certain moment, la gouttière radiale antérieure et les deux gouttières radiales gauches ; elles sont presque parallèles à la gouttière radiale postérieure de ce côté.

Une première coupe, voisine du bord du disque, contient onze pavillons du groupe supérieur et deux coupes de tubes intrapariétaux. Mais il est impossible d'en voir les relations avec les organes internes. Tout près du point où le bras antérieur gauche se détache du disque, au niveau de la syzygie correspondante, se voient quatre pavillons vibratiles du groupe inférieur suivis de tubes. De ces tubes, deux débouchent après un court trajet dans un conduit oblong, séparé de la cavité générale par toute l'épaisseur de la couche interne du tégument. Les deux autres, représentés dans la figure 137, planche XVI, conduisent également dans une cavité séparée de la cavité générale par la membrane qui recouvre cette couche fibreuse et qui présente en ce point plusieurs plis saillants ; les tubes ont une membrane propre, comme le montre la figure, scrupuleusement exacte, de la cavité où ils s'ouvrent, et s'insinuent entre la couche fibreuse des téguments et sa membrane de revêtement. Dans la coupe suivante deux pavillons, également du groupe inférieur, aboutissent à un tube unique assez court qui s'insinue lui-même au-dessus de la cavité correspondant aux tubes précédents entre la couche fibreuse des téguments et la membrane interne (1). Ces deux entonnoirs sont nouveaux. Chaque coupe en apporte de même un plus ou moins grand nombre, munis de tubes plus ou moins allongés, qui, tous, arrivent près de la cavité générale sans y pénétrer; au moment d'y arriver ils se réfléchissent vers le haut ou s'ouvrent dans des espaces circulaires, qui sont évidemment les coupes d'un canal. Les cavités correspondant aux divers entonnoirs peuvent être suivies sur un certain nombre de coupes ; parfois la membrane qui les limite du côté de la cavité générale fait hernie dans celle-ci, puis se rapproche de nouveau; finalement on trouve à leur place, dans la paroi du corps, un long canal parallèle à

(1) Planche XI, fig. 105.

la membrane de revêtement interne des téguments. On rencontre les traces d'un canal analogue, dont il est malheureusement impossible d'affirmer avec certitude la continuité, jusqu'à la cavité sous-radiale gauche antérieure. Tous les pavillons du groupe inférieur, au nombre d'une quarantaine environ, auraient pour rôle, si la continuité du canal ramifié était établie, de conduire l'eau dans la cavité sous-radiale antérieure, par conséquent, dans la cavité sous-tentaculaire des bras antérieurs, qui est dans cette région très large, mais aussi très surbaissée.

Dans l'intervalle qui sépare la gouttière radiale antérieure de la postérieure, on observe maintenant un grand nombre de perforations dont la forme varie depuis celle d'un trou circulaire jusqu'à celle d'un canal, perforations dont les parois sont revêtues d'une membrane à noyaux saillants et qui ne peuvent être interprétées que comme les sections des tubes intrapariétaux correspondant aux entonnoirs vibratiles précédemment signalés dans l'aire correspondante, et qu'on peut évaluer à une vingtaine. Au delà de la gouttière radiale postérieure on ne voit pas d'entonnoirs dans ces coupes, parce que la section passe exactement par l'axe de la gouttière radiale gauche postérieure.

Dans les coupes suivantes les entonnoirs du groupe inférieur, après avoir un moment disparu, recommencent à être les plus nombreux, et en même temps réapparaissent de plus ou moins larges perforations. Elles se montrent entre la couche fibreuse très amincie des téguments et une couche interne formée par la fusion de la couche cellulaire de revêtement de la paroi du corps et d'un feuillet détaché du sac viscéral et soudé à cette paroi. Ces perforations, nous le disons une fois pour toutes, qu'elles soient arrondies ou en forme de canal, conservent toujours des membranes limitantes propres d'aspect particulier.

Nous arrivons maintenant à des coupes qui commencent à entamer l'anneau ambulacraire péribuccal; les entonnoirs y occupent surtout la région moyenne du parallèle vertical suivant lequel la coupe a été menée; leurs tubes continuent à se diriger vers la cavité sous-radiale antérieure, à la droite de laquelle nous sommes maintenant; puis les coupes passent presque exactement par la gouttière radiale droite antérieure, qui ne laisse apparaître que le groupe inférieur d'entonnoirs vibratiles. Vers la partie

inférieure de la coupe on aperçoit le commencement de la cavité génitale qui correspond aux bras antérieurs. Cette cavité se prolonge vers le bas et, vers l'extérieur de la coupe, en un canal dans lequel il est impossible de ne pas reconnaître un véritable canal intrapariétal identique à ceux des entonnoirs vibratiles; il existe d'ailleurs des entonnoirs dans le voisinage. La cavité génitale résulte, comme on sait, d'un véritable dédoublement du sac viscéral; elle est, si on aime mieux, comprise entre deux feuillets de ce sac. Comme tous les interstices des feuillets de ce sac, elle reçoit directement sa provision d'eau alors qu'elle est encore contenue dans le disque, et cette eau lui est apportée par des entonnoirs vibratiles spéciaux.

A droite de la gouttière radiale antérieure droite, les premières coupes ne contiennent encore d'entonnoirs vibratiles que dans leur partie inférieure, et ces entonnoirs, pas plus que les autres, ne s'ouvrent directement dans la cavité générale; il est certain, d'autre part, que les tubes ne dépassent pas en profondeur le plancher inférieur de la cavité génitale. Cette remarque a son importance ; jusqu'à présent, en effet, nous n'avons pas trouvé de tubes qui se rendissent vers la cavité dorsale des bras ou cavité cœliaque, et nos coupes ont cependant passé déjà du côté gauche au côté droit de l'orifice buccal. De ce côté les entonnoirs vibratiles du groupe supérieur deviennent abondants. Le premier que nous rencontrions est situé à peu près au milieu de la longueur du parallèle qui le porte ; il s'oriente sensiblement comme le premier des pavillons du groupe supérieur de la figure 106, planche XI. Son tube, après avoir cheminé quelque temps très obliquement dans la paroi du corps en remontant dans la direction de la bouche, arrive jusqu'à une cavité dont la coupe simule exactement la coupe longitudinale d'un vaisseau. Cette cavité est continue avec les lames comprises entre le tégument péribuccal et les masses conjonctives marquées *mc* dans la figure 107. Une observation très attentive donne la presque certitude que le tube de l'entonnoir débouche dans cette cavité, mais en ce point même une trabécule pigmentée du sac viscéral rejoint le paroi du corps, et il suffit de changer légèrement la position de l'objectif pour obtenir aussi des apparences favorables à l'opinion que le tube se continue en un vaisseau dont le trajet semble indiqué dans le

feuillet inférieur du sac viscéral; au sein de ce feuillet on trouve du reste plus loin les coupes évidentes du vaisseau. La figure 107 représente en *st* une apparence de ce genre, qui a été dessiné d'après une autre coupe, et qui suffit à montrer combien il est difficile de déterminer la véritable route suivie par de pareils canaux dans un tissu à la fois fibreux, pigmenté, aréolé et réellement mélangé de canaux. La coupe suivante, dont une partie a été représentée planche XI, fig. 107, contient, tout le long de sa moitié antérieure, onze entonnoirs dont six tournés vers le plexus buccal et cinq tournés vers le bas. Des pavillons du groupe supérieur, le plus rapproché de la bouche est isolé des autres. Il est à peu près exactement orienté comme le deuxième pavillon de la figure 107. Nous n'avons jamais rencontré de pavillon du groupe supérieur qui ait un tube intra-pariétal plus court; des tubes d'une pareille brièveté ne se trouvent, dans le groupe supérieur, qu'au voisinage de la bouche. Il y a au-dessous de lui deux lacunes analogues à celle que représente, immédiatement sous les téguments, la partie droite de la figure 107, relative à la coupe suivante. Ces deux lacunes sont séparées par une forte trabécule conjonctive; or le pavillon ne s'ouvre pas dans les lacunes voisines; son tube pénètre, au contraire, dans la trabécule où, après un certain trajet, il se trouve coupé, mais sa section est demeurée parfaitement circulaire et la trabécule contient bien, par conséquent, un véritable canal; il semble même qu'on puisse suivre vers le bas le prolongement de ce canal assez loin pour le mener au contact de la coupe d'un canal analogue à ceux du plexus; mais, à partir de la section du tube, nous nous retrouvons en présence des apparences douteuses habituelles, et l'on ne peut affirmer sans hésitation qu'il y ait bien là une communication réelle entre les tubes des entonnoirs et le plexus.

Des cinq entonnoirs suivants, le premier est orienté à peu près comme le second entonnoir de droite de la figure 104. Son tube, très oblique, est assez long; mais à peine a-t-il traversé les téguments qu'il est continué par une cavité oblongue de même direction que lui dont la paroi supérieure est exactement appliquée contre le tégument; cette cavité est pratiquée, elle aussi, dans une trabécule pigmentée, se détachant du tégument pour se diriger vers le plexus labial, comme on le voit faire aux trabécules *mc*,

dans la partie gauche de la figure 107; c'est donc encore à l'intérieur d'une trabécule conjonctive que l'eau est conduite.

Il est impossible malheureusement de suivre le tube dans la trabécule; mais la trabécule, placée immédiatement au-dessous, est coupée assez heureusement pour qu'on en voie sortir sur une assez grande longueur, un tube droit identique à la fois à ceux des entonnoirs vibratiles et aux canaux du plexus labial, tube qui se dirige vers les téguments; d'autre part, un rameau du plexus génital s'engage dans la trabécule qui contient le tube, à l'extrémité de cette trabécule opposée à celle d'où le tube se dégage; il y a là certainement une forte présomption que le tube malheureusement coupé dont il s'agit met directement en communication le plexus génital avec un entonnoir vibratile. Le troisième entonnoir vibratile est, de même, suivi d'un long tube engagé dans une trabécule pigmentée et donne des apparences analogues. Les autres ne nous apprennent rien. Quant aux entonnoirs vibratiles du groupe inférieur, ils se greffent de proche en proche en une sorte de bouquet sur un pédoncule commun, que l'on peut suivre jusqu'au voisinage de la cavité sous-radiale antérieure, où il s'ouvre vraisemblablement, d'après ce que nous avons vu.

La coupe à laquelle nous arrivons maintenant est celle qui est représentée planche XI, figure 104 (1). Elle contient neuf entonnoirs vibratiles du groupe supérieur, cinq entonnoirs du groupe inférieur, sans compter des tubes ou sections de tubes isolés. Le premier entonnoir de droite est masqué dans sa partie inférieure par la couche fibreuse interne des téguments, qui n'a pas été représentée dans la figure, destinée seulement à montrer l'inversion de l'orientation des entonnoirs vibratiles qui se produit à partir du point I. Mais cet entonnoir est, de la manière la plus évidente, dirigé non pas vers les lacunes sous-tégumentaires qui l'avoisinent, mais bien vers la trabécule qui les sépare. Or, dans cette trabécule, on aperçoit distinctement un tube, identique aux tubes d'entonnoirs, qui vient lui-même se raccorder à un autre tube dont on n'aperçoit que la paroi supérieure et qui est contenu dans la trabécule oblique à laquelle se rattachent les trabécules verticales des lacunes sous-tégumentaires. C'est précisément à l'intérieur de cette

(1) Le graveur a omis, dans la planche XI, le numéro de cette figure, facilement reconnaissable par cela même.

trabécule oblique que s'engage le tube du second entonnoir (1). La préparation est à cet égard des plus claires; le tube se dilate peu à peu en se rapprochant de la trabécule de manière à atteindre presque toute la largeur de l'insertion de cette dernière dans les téguments; puis il s'infléchit un peu en pénétrant à son intérieur, où ses parois se distinguent encore sur un certain trajet de leur enveloppe conjonctive. J'ai, en écrivant cette description, toutes les préparations sous les yeux; j'en vérifie tous les détails avec le plus grand scrupule et, comme sans faire varier la position de l'objectif, je puis voir sans aucune discontinuité toute la longueur du tube, depuis le moment où il se détache de l'entonnoir jusqu'à son entrée dans la trabécule, il ne me semble pas qu'une illusion soit possible. Entre le 2ᵉ et le 3ᵉ pavillon se trouve la coupe d'un tube qui demeure tout entière dans les téguments et est fermée aux deux bouts. Nous ne la signalons que parce qu'elle est située immédiatement au-dessus d'une trabécule oblique, relativement mince, au-dessous de laquelle se trouve une nouvelle lacune, limitée vers la gauche par une délicate membrane. Le 3ᵉ pavillon vibratile correspond encore exactement à cette mince trabécule et la coupe inférieure de la paroi de son tube évite pour ainsi dire la lacune sous-jacente pour venir s'engager dans la trabécule dont l'épaisseur dépasse à peine celle du tube et qui n'est en réalité que le tube revêtu d'une mince couche de tissu conjonctif (2). M. Carl Vogt a représenté une disposition de ce genre d'après ses propres préparations (3). Le 4ᵉ pavillon semblerait, au contraire, fournir matière à discussion. La coupe inférieure de son tube se réfléchit vers la gauche de manière à paraître se continuer avec une membrane qu'on pourrait considérer comme formant le revêtement interne de la cavité du corps. L'entonnoir s'ouvrirait donc dans cette cavité; mais, en réalité, au-dessous du point où le tube semble s'ouvrir dans cette cavité se trouve une fine membrane qui longe les téguments vers la droite, sans s'accoler à eux, et finit par venir se rattacher à la trabécule correspondant au 3ᵉ entonnoir, tandis que vers la gauche, après un certain trajet, elle se rattache au tégument, mais justement de manière à paraître continuer le

(1) Planche XII, fig. 109, s_1.
(2) Planche XII, fig. 109, *st*, au-dessous de la figure.
(3) Carl Vogt, *Traité pratique d'anatomie comparée*, p. 534, fig. 271, *f*, *g*, *l*.

tube du 5e entonnoir. Ce n'est donc pas dans la cavité générale que s'ouvre le 4e entonnoir, mais dans un tube qui lui est commun avec le 5e, lequel paraît lui-même se rattacher au tube du 4e. Les 6e, 7e et 8e entonnoirs sont coupés de manière à ne nous fournir aucun renseignement. Mais de ce que nous venons de dire il semblerait déjà résulter qu'une partie tout au moins des entonnoirs péribuccaux se dispose en bouquets, comme ceux des groupes inférieurs et vienne s'ouvrir de proche en proche dans un petit nombre de tubes qui aboutiraient finalement soit aux canaux du plexus labial, soit aux espaces qui les entourent.

Les entonnoirs du groupe inférieur de cette coupe sont très exactement représentés dans la figure 108. Comme d'habitude, aucun d'eux ne conduit directement dans la cavité générale, dont leurs tubes sont toujours séparés au moins par une mince membrane, mais on remarquera qu'ils forment eux-mêmes deux groupes, l'un qui s'arrête en *st*, l'autre dont les tubes continuent leur chemin beaucoup plus bas; mais on les perd dans la masse fibreuse qui sépare de la cavité générale la cavité sous-radiale droite antérieure. Nous retrouvons dans la coupe représentée figure 107 un pavillon à tube court. Là, sous ce pavillon, se trouve une trabécule ouverte par la coupe et dont la cavité communique avec celle des lacunes voisines, ce qui n'a rien d'étonnant, le tissu des trabécules dont il est ici question étant ordinairement lacunaire; or, au premier abord, le tube du pavillon semble s'épanouir en arrivant à la trabécule et les deux parois, celle du tube et celle de la trabécule, paraissent de la sorte n'en faire qu'une; dans ce cas l'entonnoir en question conduirait l'eau dans la cavité générale. L'examen de la préparation à un faible grossissement laisserait à peine l'ombre d'un doute sur cette conclusion. A un grossissement plus fort (1/7 de Verick = 650 diamètres) on reconnaît qu'en réalité il n'y a pas continuité entre la paroi de la trabécule et celle du tube; la première paroi remonte le long de la seconde de manière à l'envelopper, et le tube est coupé au moment où il pénètre dans la cavité. C'est donc là une préparation négative d'où il n'y a rien à conclure. Désormais les entonnoirs vibratiles des groupes inférieurs disparaissent, mais ceux du groupe péribuccal subsistent. Il est donc manifeste que ceux des groupes inférieurs sont rassemblés de chaque côté des gouttières radiales et que, par conséquent, on peut considérer ces

entonnoirs comme occupant surtout les trois sommets de chaque secteur interradial. Plusieurs coupes ne nous apportent aucun résultat nouveau. La coupe numérotée $n + 23$ dans nos préparations, qui effleure le bord externe du plexus, nous montre toujours en avant un entonnoir voisin de la bouche, dont le tube s'ouvre dans une étroite cavité en forme de boutonnière située immédiatement sous les téguments. Par en bas cette cavité communique avec une sorte de canal; vers la droite elle se prolonge en un canal contenu tout entier dans les téguments. Ce canal est coupé avant d'arriver aux lacunes de la cavité générale; il n'est pas certain qu'il communique avec la cavité générale, bien qu'en faisant varier la mise au point on puisse rencontrer des aspects qui autorisent à le penser. Dans la coupe $n + 24$ il n'y a pas moins de sept entonnoirs vibratiles du groupe supérieur, pour quatre desquels, les 2^e, 3^e, 6^e et 7^e, il est facile de suivre sur un assez long trajet le parcours des tubes. Le tube du 2^e entonnoir conduit dans une longue fente dirigée vers la bouche, fermée à son extrémité buccale, et dans laquelle on le voit conserver sa membrane propre. Le plancher inférieur de cette chambre se prolonge en avant bien au delà de l'entonnoir laissant une fente libre entre lui et les téguments. C'est dans cette fente que vient s'ouvrir le tube du 3^e entonnoir. Au delà ce plancher se soude avec les téguments; les tubes des entonnoirs 6 et 7 se dirigent vers la bouche en demeurant au-dessus de ce plancher soudé à la paroi du corps; il est donc certain qu'ils ne s'ouvrent pas directement dans la cavité générale. Cette apparence peut très bien s'expliquer en admettant que les tubes des entonnoirs sont disposés en un bouquet dont les rameaux viennent se rattacher à un canal commun, et, de fait, en abaissant l'objectif on rencontre dans la coupe des orifices arrondis qui sont ceux de tubes se dirigeant vers la fente où nous avons déjà vu s'ouvrir deux entonnoirs. Cette fente est-elle à son tour un canal ou un simple espace entre la paroi du corps et les trabécules qui viennent s'y rattacher?

Les coupes suivantes montrent qu'il existe réellement dans les parois du corps de tels canaux se prolongeant plus ou moins vers le bord du disque et sur lesquels viennent se greffer, par des tubes parfois très courts ou même presque nuls, un certain nombre d'entonnoirs; mais, d'autre part, en examinant les parties de ces mêmes coupes plus voisines de la région

supérieure du disque on voit les fentes sur toutes ces coupes persister presque à la même place, interrompues de place en place par des piliers conjonctifs verticaux. Elles constituent donc un réseau de cavités communiquant en définitive avec les cavités bien plus grandes, à épithélium serré, qui sont l'origine des cavités sous-radiales et des cavités génitales. Ces entonnoirs vibratiles, comme ceux des groupes inférieurs, conduisent donc l'eau dans des régions exactement correspondantes à celles où la mènent les entonnoirs des groupes inférieurs. Mais ici l'eau descend facilement en outre dans les lacunes axiales qui avoisinent le plexus génital.

La comparaison de ces dernières coupes et des premières que nous avons décrites nous montre dans ces deux régions les entonnoirs vibratiles avec des aspects bien différents. Cela peut tenir à plusieurs causes. Les premières coupes pratiquées immédiatement à droite de la bouche intéressaient le plexus labial; les tubes des entonnoirs voisins se dirigeant vers ce plexus étaient presque parallèles au plan des coupes; chacun en contenait quelques-uns dans toute leur étendue et il était facile de déterminer les rapports de ceux qui étaient ainsi disposés; mais les tubes demeurant orientés vers la région buccale, à mesure qu'on s'éloigne de celle-ci, leur direction, d'abord parallèle au plan des coupes, lui devient oblique, puis perpendiculaire; leurs tubes doivent donc paraître de plus en plus courts et leur disposition peut alors rappeler celle qui a été figurée par Ludwig et admise par lui comme une disposition générale. D'autre part, les entonnoirs vibratiles sont maintenant bien plus loin de la région supérieure du disque; ils avoisinent les cavités sous-radiales et la plupart appartiennent à la catégorie d'entonnoirs que nous avons considérés comme constituant les groupes inférieurs; il n'est donc pas étonnant que les rapports avec les cavités radiales soient les seuls qui apparaissent maintenant. Il n'y a pas contradiction entre le résultat nouveau et ceux que nous avons précédemment indiqués, puisque la même coupe nous a déjà montré les deux catégories de rapports à partir d'un point déterminé d'inversion. Nous sommes donc arrivé à conclure qu'il existe sur le disque de l'*Antedon rosacea* deux catégories d'entonnoirs vibratiles: les uns occupant le sommet des sutures interradiales, situés, par conséquent, au voisinage immédiat de la bouche, conduisent l'eau dans les canaux du plexus labial ou tout au

moins les espaces dans lesquels ces canaux sont contenus ; les autres, situés plus particulièrement le long des gouttières radiales et au voisinage du sommet voisin de la base des sutures interradiales, conduisent l'eau dans les cavités sous-radiales et génitales et, par leur intermédiaire, dans les lacunes de la cavité générale qui entourent l'œsophage, le plexus et le stolon génital.

L'eau, appelée par ces entonnoirs, ne pénètre pas d'emblée dans la partie immédiatement sous-jacente, la cavité générale, comme le croyaient Ludwig et Herbert Carpenter : elle est dirigée par eux vers une partie nettement déterminé de cette cavité et n'y arrive qu'après avoir suivi des voies complexes constituant un appareil d'irrigation parfaitement défini.

Il est à remarquer que dans aucune des coupes que nous venons d'étudier nous n'avons vu d'entonnoir vibratile dans la région correspondante à la partie inférieure de l'interradius anal. Les entonnoirs sont donc, pour le moins, beaucoup plus rares dans cet interradius que partout ailleurs.

L'étude des connexions des entonnoirs vibratiles est, en raison des rapports multiples de ces organes, des changements que ces rapports présentent avec l'âge et de la complexité des appareils avec qui ils s'établissent, un des points de l'anatomie de l'*Antedon rosacea* qui nous a coûté le plus de travail. Que ces entonnoirs appartiennent à deux catégories différentes chez l'animal adulte, nous avons donné les figures des préparations souvent fort difficiles à interpréter, qui nous ont conduit à l'admettre dans nos précédentes publications. Que les entonnoirs situés le long des gouttières radiales, à partir du deuxième quart de chaque méridien environ, conduisent les uns dans les cavités sous-radiales, les autres dans les cavités génitales, cela ne peut faire non plus aucun doute. Le fait a été d'ailleurs nettement établi par l'étude des jeunes Comatules à vingt-sept pinnules. Il est bien plus délicat d'établir nettement les connexions des entonnoirs péribuccaux. En effet, en raison de la disposition rayonnante des tubes de ces entonnoirs, il n'y a guère que les coupes les plus voisines des plans diamétraux qui contiennent leurs tubes dans presque toute leur longueur et montrent, par conséquent, leurs connexions; de plus, ces entonnoirs sont les moins nombreux, leurs tubes conduisent dans une

région où les organes et les tissus atteignent le maximum d'enchevêtrement; il n'est donc pas étonnant que ces rapports n'aient pas été signalés plus tôt, et il ne le serait pas beaucoup plus que, malgré tous les soins que M. Vogt et moi avons mis à constater et à vérifier nos résultats, malgré les indications précises que nous donnons ici à ceux de nos confrères qui désireraient les retrouver, leur interprétation paraisse encore discutable. Si d'ailleurs il y a, dans ces recherches, quelques chances de se tromper, c'est certainement lorsqu'il s'agit d'étudier un point aussi difficile. Je crois donc nécessaire d'insister encore sur ces connexions en montrant ce qu'elles deviennent dans une espèce très différente de l'*Antedon rosacea*, l'*Antedon phalangium*, que nous avons recueillie en abondance dans l'Atlantique, sur les côtes du Portugal et du Maroc, durant l'expédition du *Talisman*.

Des coupes verticales, parallèles au plan médian, de tous points comparables, par conséquent, à celles sur lesquelles nous avons appuyé nos descriptions des entonnoirs vibratiles de l'*Antedon rosacea*, fournissent les résultats suivants. Tout à fait au bord du disque les coupes peuvent n'intéresser qu'un seul bras et présentent parfois, sur le côté, des entonnoirs vibratiles normaux aux téguments situés au niveau de la cavité sous-tentaculaire; la direction des coupes est malheureusement presque toujours un peu oblique par rapport au tube de ces entonnoirs; je n'ai pu en trouver un qui fût contenu tout entier dans la même préparation; mais Ludwig en a figuré et l'analogie de ses figures avec mes coupes m'autorise à admettre que ces entonnoirs conduisent bien dans la cavité sous-tentaculaire. Plus loin une certaine portion de disque est entamée par la coupe et l'on est tout de suite frappé de l'extrême développement des trabécules de la cavité générale qui permet à peine de distinguer plus particulièrement un sac viscéral. Cet extrême développement des trabécules coïncide lui-même avec un développement extraordinaire du système des canaux qui partent du tube digestif. Le développement des trabécules est tel qu'on ne distingue même plus nettement, dans les coupes correspondant à peu près à la fourche des bras, la cavité sous-radiale. Dans l'angle de cette fourche l'un des bras ne présente pas moins de cinq pavillons superposés dans sa paroi, et tous dirigés vers ce

qui correspond à sa cavité sous-tentaculaire. Le tube de l'un de ces entonnoirs peut être suivi sur une grande longueur. Il traverse obliquement les téguments, s'élargit graduellement, mais assez vite dès qu'il les a traversés, tout en conservant de minces parois propres, indépendantes de celles des trabécules, et, après s'être rétréci, s'ouvre dans une cavité un peu plus large, à parois semblables aux siennes, qui traverse toute la largeur de la gouttière ambulacraire. Cette cavité paraît contenir un léger coagulum. J'ai revu plusieurs fois avec la plus grande netteté cette disposition. Sur des coupes orientées autrement on voit le tube de l'entonnoir s'ouvrir dans une cavité à section elliptique qui représente bien la coupe transverse d'un canal; ce canal se prolonge vers la cavité sous-radiale, mais passe au-dessous d'elle sans y pénétrer. De nombreuses coupes de canaux semblables se voient sur diverses préparations, de chaque côté des cavités sous-radiales; elles forment là un véritable plexus qui, par places seulement, communique avec ces cavités. Entre les entonnoirs ainsi disposés et la gouttière radiale s'en trouvent d'autres dont le tube passe au-dessus de la cavité sous-radiale et s'engage entre la paroi du canal ambulacraire et celle de cette cavité; ces tubes ne traversent pas du reste la longueur de celle-ci; ils s'arrêtent avant d'arriver à la cloison de séparation entre le canal ambulacraire et la cavité sous-radiale. La figure 110, planche XII, représente en *st* un des pavillons ordinaires dont le tube passe au-dessous d'une cavité sous-ambulacraire; en *st'*, un pavillon dont le tube est dirigé vers la cloison qui sépare cette cavité de la cavité sous-radiale correspondante (1). Il arrive parfois qu'en suivant les parois de ces tubes on voit à leur surface un bourgeon cellulaire qui pénètre dans les téguments et qui nous paraît analogue aux bourgeons que, dans la partie embryogénique de ce travail, nous avons signalés avec réserves comme pouvant être des rudiments d'entonnoirs vibratiles en voie de formation (2). En suivant pas à pas, dans la série des coupes, les tubes de ces entonnoirs, qui sont partout les plus rapprochés des gouttières radiales, on reconnaît sans peine que ce sont justement ceux qui aboutissent au voisinage de la bouche; ils correspondent

(1) Cette figure doit être examinée en plaçant en haut son bord gauche; elle a dû être placée à 90° de sa position normale pour tenir dans cette planche.

(2) Voir *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, T. IX, Pl. VI, fig. 60, *i*.

par conséquent à ceux que nous avons appelés les entonnoirs du groupe supérieur chez l'*Antedon rosacea*.

La disposition de ces entonnoirs au voisinage immédiat de la bouche est représentée chez l'*Antedon phalangium* par la figure 106, planche XI. On y voit encore les entonnoirs prolongés par de longs tubes, souvent greffés les uns sur les autres et se prolongeant en canaux qu'entoure un réseau de tissu conjonctif fibreux, exactement comme cela arrive pour les canaux de la membrane péritonéale.

La division des entonnoirs du disque en deux groupes se reproduit donc dans les deux espèces, mais les entonnoirs de chaque groupe sont un peu autrement disposés. Les entonnoirs péribuccaux de l'*Antedon rosacea* sont remplacés chez l'*Antedon phalangium* par une bordure d'entonnoirs disposés le long des gouttières radiales tout contre les gouttières et en dehors desquelles se trouvent les entonnoirs correspondants aux cavités sous-radiales et génitales. Une autre différence importante entre les deux espèces consiste en ce que chez l'*Antedon phalangium* il y a un véritable plexus de canaux larges, irréguliers et à minces parois, interposé, de chaque côté, entre les cavités sous-radiales et les entonnoirs qui leur correspondent; les entonnoirs qui se dirigent vers la région péribuccale aboutissent à un semblable plexus de cavités. Tous ces plexus communiquent d'ailleurs ensemble, et j'ai pu maintes fois constater que les parois des canaux qui les forment présentaient par places de véritables bourgeons cellulaires, qu'ailleurs ces bourgeons s'allongeaient et devenaient de véritables canaux que rien ne distingue de ceux qui vont s'attacher à la membrane péritonéale du tube digestif et que Ludwig et Herbert Carpenter appellent des vaisseaux. Il y a donc ici entre les deux groupes d'entonnoirs vibratiles un lien que je n'ai pu constater chez l'*Antedon rosacea* et qui correspond sans doute au grand développement du système des canaux interviscéraux chez l'*Antedon phalangium*.

Parmi les entonnoirs vibratiles les plus remarquables il en est un qui mérite d'être signalé à cause de sa position exceptionnelle sur la cheminée anale; le tube, presque horizontal, correspondant à cet entonnoir, a tout l'aspect des sacs pariétaux que nous avons décrits chez les larves phytocrinoïdes, et, en face de ce sac, se trouvent deux tubes hydrophores. Toutes

les parties présentent d'une manière frappante les mêmes relations que chez les jeunes Comatules, seulement le tube hydrophore n'est plus en continuité immédiate avec le sac.

Un autre entonnoir, également situé sur la cheminée anale, est continué, dans la direction de la bouche, par un tube que l'on peut suivre jusqu'au contact de la paroi de l'anneau ambulacraire; ce tube ne pénètre pas dans la cavité générale, il demeure au-dessus de la membrane péritonéale qui revêt l'œsophage et de laquelle naissent, comme on sait, un certain nombre des canaux qui contribuent à constituer le plexus buccal. Il paraît, dans ces conditions, impossible d'éviter cette conséquence que l'eau amenée par cet entonnoir pénètre directement dans le plexus; on peut du reste, dans la coupe suivante (1), suivre son canal jusque dans un de ces diverticules; en dedans de l'entonnoir qui lui correspond deux autres entonnoirs prennent la même direction. Quelque délicate que soit l'observation directe de toutes ces connexions, quelques chances d'erreur qu'elle entraîne, on conviendra que si les entonnoirs devaient simplement conduire l'eau dans la cavité générale il serait bien étrange que leurs tubes prissent une direction aussi particulière, direction dont la détermination tout au moins ne peut laisser aucun doute. Aussi bien chez l'*Antedon phalangium* que chez l'*Antedon rosacea*, il nous paraît donc résulter des faits que nous venons d'exposer qu'il existe sur le disque, chez l'animal adulte, deux catégories d'entonnoirs vibratiles :

1° Des entonnoirs, prolongés en tubes, aboutissant aux cavités sous-radiales et génitales, conduisant l'eau, en définitive, dans les bras, et qu'on peut appeler pour cette raison, par abréviation, les *entonnoirs périphériques*.

2° Des entonnoirs conduisant l'eau vers le plexus labial, et que nous appellerons les *entonnoirs centraux*.

Les tubes qui font suite à ces derniers entonnoirs conduisent dans de larges canaux à parois propres pouvant se dilater en cavités anastomosées entre elles et dans lesquelles courent, au voisinage de la bouche, les canaux du plexus labial. Un certain nombre de faits tendent à faire penser que

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, T. IX, Pl. XV, fig. 12*b*, *is*.

quelques-uns au moins de ces canaux communiquent avec ceux qui forment le plexus labial, dans lequel l'eau entrerait ainsi directement.

En tous cas, les entonnoirs vibratiles du *disque* conduisent l'eau de mer, non pas n'importe où dans la cavité générale, comme cela semblerait résulter de la figure schématique et des autres dessins publiés par Ludwig et comme semble le croire Herbert Carpenter, mais bien dans une région déterminée du corps, comme ceux que ces auteurs ont vus s'ouvrir dans les cavités sous-ambulacraire et génitale; ils sont pour cela continués par des tubes se greffant les uns sur les autres et qui n'amènent à destination le liquide qu'ils contiennent qu'après lui avoir imposé un circuit parfois assez long.

Il est parfaitement exact que chez les larves cystidéenne et phytocrinoïde de l'*Antedon rosacea*, ainsi, paraît-il, que chez le *Rhizocrinus lofotensis* adulte, il y a un rapport étroit non seulement fonctionnel, mais encore morphologique, entre les entonnoirs vibratiles et les tubes hydrophores. Mais on ne peut être d'accord avec Herbert Carpenter lorsqu'il écrit comme il le fait dans son mémoire : *Les pores aquifères qui percent le périsome ventral, qu'il soit ou non muni de plaques, sont dans une étroite relation fonctionnelle avec les tubes hydrophores.* Ce qui est vrai pour les larves phytocrinoïdes et peut être admis, dans une certaine mesure, pour les très jeunes Comatules venant de se détacher, ne l'est déjà plus quand l'animal a acquis 25 pinnules à chaque bras, et ne saurait être soupçonné par l'étude de l'animal adulte. Là, en effet, le plus grand nombre des entonnoirs vibratiles conduisent dans les cavités sous-tentaculaire et génitale qui n'ont aucun rapport avec les tubes hydrophores; d'après ce qu'on voit chez les très jeunes Comatules à deux et à cinq pinnules latérales, d'après certains aspects de nos préparations, d'autres encore paraissent conduire dans les canaux du plexus génito-labial qui, nous le verrons bientôt, sont chez l'animal adulte tout à fait indépendants des tubes hydrophores. D'autres, enfin, conduisent dans les interstices du plexus labial, et ceux-là seuls sont en rapport fonctionnel avec les tubes hydrophores; encore ce rapport est-il ici bien loin d'être exclusif, ou même étroit, l'eau amenée par les entonnoirs pouvant se répandre dans toute la région péri-œsophagienne et axiale et couler tout autour des ca-

naux chylifères qui se ramifient dans cette région du corps. En somme, chez les Comatules adultes les tubes hydrophores puisent dans la cavité générale l'eau qui remplit le canal tentaculaire et ses dépendances; mais cette eau n'arrive que de seconde main, en quelque sorte, aux tubes hydrophores. Chez l'animal adulte, contrairement à ce qui a lieu chez les jeunes, on ne peut donc réclamer aucun rapport particulier, fonctionnel ou autre, entre les tubes hydrophores et les entonnoirs vibratiles.

Les faits que nous venons d'exposer sont de nature à jeter quelque doute sur la ressemblance qui a été indiquée par Johannes Müller et adoptée par Herbert Carpenter (1) entre les entonnoirs vibratiles, ou pores calicinaux des Crinoïdes actuels, et les pores si nombreux qu'on observe à la surface des plaques des Cystidés. Ces pores sont disséminés *par paires* sur toutes les plaques polygonales du test chez les *Sphæronites*, *Glyptosphærites*, *Mesites* et autres genres analogues; ceux d'une plaque sont réunis à ceux des plaques voisines par des sillons perpendiculaires à la ligne de suture des plaques et forment des figures en losange chez les *Echinosphærites*, les *Caryocystites* et les *Caryocrinus*. Ces losanges se combinent avec des pores isolés chez les *Hemicosmites;* leur nombre peut tomber à deux chez les *Cystoblastus*. On n'observe jamais une semblable combinaison des pores chez les Crinoïdes actuels; ce n'est qu'exceptionnellement que quelques-uns d'entre eux paraissent géminés, et on ne les voit jamais affecter une disposition qui rappelle les losanges des *Echinosphæritidæ*, *Caryocrinidæ* et *Lepadocrinidæ*. Chez les Comatules adultes, tout au moins, le plus grand nombre des entonnoirs vibratiles sont orientés de manière à diriger l'eau vers les cavités des bras, et la course de l'eau dans cette direction est assurée par l'existence de longs tubes intrapariétaux conduisant souvent directement dans ces cavités; il ne semble y avoir aucun rapport entre la position des bras, d'ailleurs si peu développés des Cystidés, et celle des pores dont les plaques de leurs téguments sont perforés.

Bien plus, ces pores sont le plus nombreux chez les formes sphériques du silurien inférieur, dont les bras paraissent être plus réduits encore

(1) Herbert Carpenter, *On the apical and oral systems of Echinoderms*, part. II, *Quarterly Journal of microscopical science*, new serie, t. XIX, 1879, p. 14 et 15.

que chez les autres Cystidés, tandis que la plupart des formes dans lesquelles le nombre des losanges de pores est réduit sont du silurien supérieur, du dévonien ou du carbonifère. Il semblerait, d'après cela, qu'au cours de leur développement les Comatules dussent avoir d'abord un grand nombre d'entonnoirs vibratiles et que ce nombre dût ensuite se réduire. Or c'est le contraire qui arrive : la *larve cystidéenne* n'a qu'un entonnoir vibratile; la *larve phytocrinoïde* n'en a que cinq, comme les *Rhizocrinus*. Ces pores, dont j'ai signalé le nombre restreint dès 1873, sont nettement interambulacraires, comme le pore unique de la phase cystidéenne, et en rapport immédiat avec l'anneau ambulacraire péribuccal, rapport qu'on ne pourrait constater chez aucun Cystidé ; c'est seulement plus tard que les entonnoirs vibratiles se multiplient, se mettent en rapport soit avec les canaux absorbants, soit avec les cavités constituant l'appareil d'irrigation et, en particulier, les cavités des bras, de sorte que leur nombre s'accroît en quelque sorte en proportion du développement de ces dernières, comme le fait aussi le nombre des tubes hydrophores suspendus à l'anneau ambulacraire. Il y a d'ailleurs durant la phase phytocrinoïde et durant les premiers temps de la phase comatule continuité médiate entre un certain nombre de tubes hydrophores et d'entonnoirs vibratiles ; les uns et les autres se multiplient simultanément, quoique d'une manière indépendante, et collaborent à l'accomplissement de la circulation ambulacraire ; on devrait donc s'attendre aussi à trouver chez les Crinoïdes anciens un plus grand nombre de tubes hydrophores que chez les récents ; or il résulte des recherches de M. Wachsmuth (1), dont M. Herbert Carpenter nous paraît avoir donné une interprétation exacte (2), que les *Actinocrinus*, qui remontent jusqu'au silurien supérieur et atteignent leur maximum de développement dans le calcaire carbonifère, n'avaient que cinq tubes hydrophores. Les entonnoirs vibratiles des Crinoïdes, d'abord simples dépendances de l'appareil ambulacraire comme les autres pores de la plaque madréporique des Étoiles de mer, des Ophiures et des Oursins, ne nous paraissent donc, malgré leur nombre chez les Crinoïdes actuels,

(1) Wachsmuth, *Notes on the internal and external structures of Palæozoic Crinoids* (*American Journal of science and arts*, vol. XIV, 1877, p. 118).

(2) H. Carpenter, *On the apical and oral systems of the Echinoderms* (*Quart. Journal of microscopical science*, new serie, t. XIX, 1879, p. 10).

qu'avoir un très lointain rapport avec les pores des Cystidés. Ce sont là des formations indépendantes, entre lesquelles il est impossible d'entrevoir, au moins en ce moment, aucun lien de filiation, et qui témoignent simplement du rôle important que l'eau a de tout temps joué dans la physiologie des Échinodermes.

Ici se présente à nouveau la question de l'homologation des deux faces du corps chez les Échinodermes. Ludwig a fait remarquer que le premier entonnoir vibratile des Comatules s'ouvrait sur l'une des plaques orales. Cet entonnoir vibratile correspond aux orifices de la plaque madréporique des Oursins et des Étoiles de mer. Ludwig en conclut que cette plaque doit être assimilée à la plaque orale perforée des larves cystidéennes de Comatule, ce qui entraîne l'homologation des cinq plaques génitales des Oursins avec les cinq plaques orales des Crinoïdes, l'homologation de la face dorsale des Oursins et des Étoiles de mer à la face ventrale des Crinoïdes.

Cette manière de voir est contraire à celle à laquelle se sont arrêtés la plupart des auteurs. Cependant, en appliquant à la comparaison des Crinoïdes et des Oursins les principes dont nous nous sommes servi pour rattacher aux autres organismes ce qu'on nomme des *colonies* dans le Règne animal (1), nous avons été conduit à examiner, indépendamment de Ludwig, cette question, et nous avons réuni quelques arguments en faveur de l'idée qu'on pouvait chercher dans les pièces de la lanterne d'Aristote des Oursins, les homologues des pièces du calice des Crinoïdes, et que le périprocte était, en conséquence, formé par les pièces orales et les pièces terminales des bras, ce qui revient exactement à ce que soutient Ludwig. Herbert Carpenter et Percy Sladen ont, à leur tour, consacré à l'étude de ce sujet plusieurs mémoires, et ils élèvent contre l'inversion des Oursins et des Crinoïdes des objections sérieuses; les arguments que nous avions présentés nous-même ont beaucoup perdu de leur importance depuis la découverte chez les Comatules d'un système nerveux ventral manifestement homologue de celui des Oursins.

(1) E. Perrier, *Les colonies animales et la formation des organismes*, p. 620.

VIII

LES TUBES HYDROPHORES ET LE SYSTÈME DES CANAUX AMBULACRAIRES OU AQUIFÈRES.

Tubes hydrophores. — Le nombre des tubes hydrophores augmente beaucoup avec l'âge ; il dépasse finalement plusieurs centaines chez la Comatule adulte, ainsi que l'a constaté Ludwig dont nous pouvons confirmer d'une manière générale l'appréciation. Chez les individus adultes de l'*Antedon rosacea* et de l'*Antedon phalangium*, ces tubes naissent tous directement de l'anneau ambulacraire, et il en naît assez souvent plusieurs ensemble au même point. Nous avons vu que les cinq premiers d'entre eux étaient en rapport avec les cinq premiers entonnoirs vibratiles, mais que ce rapport n'était nullement conservé par la suite. Plus tard, chez les Comatules à vingt-cinq pinnules environ, ces tubes paraissent en continuité, comme le montrent la figure 59 de la planche VI et la figure 130 de la planche XV, avec l'organe creux destiné à fournir le sac du plexus labial, le plexus labial et l'organe spongieux. Mais des coupes horizontales ne suffisent pas pour établir la nature de cette continuité. Dans les coupes verticales faites chez des individus dont le développement est légèrement plus avancé, on voit les tubes hydrophores présenter les dispositions suivantes.

A cet âge le plexus labial n'est pas très développé, mais le sac péri-œsophagien et l'organe spongieux, qui n'est pas encore transformé en plexus labial, sont nettement différenciés l'un de l'autre ; au sac viennent se rattacher les membranes qui constituent le sac viscéral, le plancher de la cavité sous-radiale et celui de la cavité génitale, ainsi que celles qui limitent les cavités dont les tubes des entonnoirs vibratiles sont la continuation. Or on trouve des coupes de tubes hydrophores à l'intérieur même du sac au contact immédiat de l'organe spongieux ; quelques-unes sont entourées par les canaux du plexus génital, à leur jonction avec le plexus labial ; d'autres s'allongent à l'intérieur des cavités qui font communiquer avec l'extérieur les entonnoirs vibratiles ; lorsque les trabécules de séparation des canaux du plexus se réunissent en membranes horizontales, ils s'engagent même dans des cavités qui persistent entre les deux membranes ; enfin un certain nombre traversent verticalement toute la région occupée par les trabécules

horizontales péri-œsophagiennes, se recourbent en crochet, et semblent se terminer librement dans la cavité générale.

Comment se terminent ces tubes? On a vu dans le résumé de l'historique que trois opinions ont été émises à cet égard : les uns (W. Carpenter, Greeff) croient qu'ils se terminent en cæcum, d'autres (Ludwig, Jickeli) pensent qu'ils s'ouvrent librement dans la cavité générale, Teuscher admet qu'ils sont en continuité avec les vaisseaux; en 1879, Herbert Carpenter n'est pas encore certain qu'ils s'ouvrent dans le cœlome, ni même qu'ils soient homologues avec le canal hydrophore des Étoiles de mer (1); il adopte cependant plus tard cette opinion. Nous avons vu, au contraire, que chez la larve cystidéenne et la larve phytocrinoïde, ils communiquent directement d'abord, puis indirectement avec l'extérieur, opinion qu'admet également sous cette dernière forme H. Carpenter, comme nous l'avons vu. Mais en est-il toujours ainsi? La solution de cette question est beaucoup plus difficile qu'on ne l'imagine.

Le plus souvent les tubes hydrophores sont ou bien arrachés, par la contraction des tissus, des régions dans lesquelles ils sont engagés, ou coupés par le rasoir, de sorte que lorsqu'on trouve une de leurs extrémités libre et flottante dans la cavité générale, on n'est jamais certain d'avoir sous les yeux leur véritable terminaison. On peut se demander si le tube n'a pas été tronqué par les préparations auxquelles il a été soumis tant qu'on n'a pas trouvé un critérium permettant de reconnaître toujours son extrémité naturelle. Or, ce critérium existe.

Chaque tube est recouvert d'une fine membrane nucléée, et cette membrane se prolonge assez souvent en une sorte de mésentère qui relie le tube à la paroi du corps; cette membrane et ses prolongements latéraux étaient déjà connus de Ludwig. Mais elle a une importance qui avait échappé à l'éminent anatomiste allemand, car c'est elle qui permet de reconnaître avec certitude les extrémités réelles des tubes hydrophores. Ces extrémités ne nous paraissent pas avoir été vues, quoiqu'on ait affirmé souvent que les tubes hydrophores se terminaient librement dans la cavité générale. Ludwig figure bien (2) une

(1) Herbert Carpenter, On the apical and oral Systems of the Echinodermata, part. II. *Quart. Journal of microscopical science*, new serie, t. XIX, p. 1, oct. 11.

(2) *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, pl. XVI, fig. 39.

extrémité de tube hydrophore; mais les apparences analogues que nous avons quelquefois rencontrées sur les tubes horizontaux, tels que celui que figure Ludwig, avaient certainement une autre signification : elles différaient d'abord de ce qu'a représenté Ludwig, parce que le tube, au lieu de se recourber verticalement au sommet, semblait simplement présenter un orifice supérieur subterminal. Or, la paroi des tubes hydrophores n'est pas ordinairement d'une épaisseur uniforme; elle est généralement amincie le long d'une arête supérieure, et, quand le tube est coupé obliquement, la partie amincie de la coupe prend l'aspect d'un orifice tel que celui figuré par Ludwig, mais pratiquée dans la paroi du tube au lieu d'être placée à l'extrémité d'une partie recourbée. L'analogie n'en est pas moins frappante entre certaines de mes préparations et la figure du savant allemand; il suffit de raccourcir jusqu'au niveau de la paroi externe du tube la petite partie de ce dernier qui est réfléchie vers le haut, pour obtenir un aspect absolument identique, et sur les préparations on croit même voir, au premier abord, le prétendu orifice porté à l'extrémité d'un petit tube rétréci et disposé en crochet, comme l'a figuré Ludwig. Si les aspects que j'ai observés sont bien ceux qui ont fourni les bases du dessin de Ludwig, je dois dire que ce qu'il représente ne saurait être une extrémité libre de tube hydrophore. Ces extrémités libres existent d'ailleurs; je les ai vues nettement tant chez l'*Antedon phalangium* que chez l'*Antedon rosacea*. Elles sont identiques dans les deux espèces, et représentées planche XVI, fig. 138 en γ. Dans cette figure on voit deux tubes hydrophores parallèles qui pénètrent verticalement dans une cavité à parois propres, dont ils n'atteignent pas le fond. Souvent dans les cavités semblables on ne trouve qu'un seul tube, et il n'y a que peu d'espace entre le tube et la paroi de la cavité; la cavité apparaît alors en section transversale comme un trou presque exactement circulaire; d'autres fois, au contraire, la cavité a une forme plus ou moins irrégulière. Ces cavités peuvent être suivies jusqu'à la naissance des tubes hydrophores sur le canal ambulacraire. Elles se continuent, d'une part, avec un système de fentes apparaissant assez souvent sur les coupes comme des boutonnières qui séparent le sac du plexus labial de la paroi du corps; d'autre part, avec une cavité continuant elle-même ces fentes et qui est située entre le canal ambulacraire et l'œsophage. Cette cavité a une position

exactement correspondante à celle qu'assigne Ludwig à l'anneau vasculaire sanguin péribuccal, d'où il fait naître les saccules (*Aussackungen*), qui ne sont en réalité que les origines de canaux faisant partie du plexus labial. Mais ces canaux ne naissent pas réellement des parois de cette cavité, ils naissent de la membrane péritonéale œsophagienne.

Les cavités contenant les tubes hydrophores sont pratiquées au sein de la masse complexe de tissus qui entourent l'œsophage et comprennent les canaux du plexus labial, leurs gaines conjonctives et le sac; des canaux du plexus cheminent autour d'elles, comme on le voit en *il*, fig. 138, planche XVI de ce mémoire, et il semble parfois qu'il y ait continuité entre la paroi de la cavité et celle des canaux voisins; mais la cavité nous a paru correspondre bien plutôt aux cavités qui enveloppent les canaux du plexus et qui sont tout simplement entourées de tissu conjonctif; elles communiqueraient avec les canaux du plexus labial sur le pourtour de la bouche, s'il existait dans cette région, comme le décrit Ludwig, un véritable anneau sanguin où viendraient aboutir les canaux (*Aussackungen*) du plexus labial. Mais je n'ai jamais vu les canaux naître de la paroi d'un anneau péribuccal; dans toutes mes préparations ils partent de la membrane péritonéale de l'œsophage. En revanche les fentes sous-tégumentaires, l'espace qui entoure l'anneau ambulacraire, sont abondamment pourvus d'eau par les entonnoirs vibratiles péribuccaux; les tubes hydrophores puisent l'eau dans ces cavités. Au premier abord, il semble qu'aucune relation directe n'existe plus entre les tubes hydrophores et les entonnoirs vibratiles; au fond les relations primitives ne sont que légèrement modifiées, comme il est facile de s'en assurer par l'étude du mode de terminaison des tubes hydrophores dans leur cavité.

Sur la figure 138, on voit, en effet, l'épithélium propre, cilié, de chacun des deux tubes hydrophores se réfléchir vers l'extérieur, en γ, sur tout le pourtour du tube, s'amincir rapidement et se continuer enfin avec la fine membrane nucléée qui recouvre extérieurement le tube hydrophore. Cette disposition implique nettement que le tube hydrophore a grandi en refoulant en quelque sorte devant lui la fine membrane qui le recouvre et qui fait, en somme, partie intégrante de la paroi de la cavité dans laquelle il s'ouvre, dans laquelle il semble contenu. Le tube hydrophore est, en réalité, invaginé dans cette cavité et en continuité de parois avec elle. Or cette

cavité n'est que la continuation du système des fentes sous-tégumentaires, fentes à parois propres qui se prolongent vers l'extérieur en formant les tubes intrapariétaux des entonnoirs vibratiles. En réalité, ceux des entonnoirs péribuccaux qui ne s'ouvrent pas dans les canaux du plexus, les tubes intrapariétaux qui leur correspondent, l'ensemble des cavités péri-œsophagiennes, les tubes hydrophores, ne sont qu'un seul et même système chez la Comatule adulte comme chez sa larve. Il n'y a là aucune modification essentielle; seulement les rapports primitifs sont quelque peu masqués par la différenciation considérable qu'ont subie les parties demeurées en rapport physiologique, et par l'addition de nouveaux entonnoirs identiques en apparence aux premiers, mais dont la disposition est tout autre.

La réflexion de l'épithélium cilié des tubes hydrophores, la continuité de la partie réfléchie avec la fine membrane d'enveloppe, ne permettent pas de conserver le moindre doute, nous ne saurions trop le faire remarquer, sur le mode de terminaison des tubes hydrophores chez les Comatules adultes. On remarquera aussi que ce mode de terminaison, bien différent de celui qu'on observe chez les jeunes animaux (1), semble exclure la terminaison par un court tube rétréci que représente Ludwig; quand un tube hydrophore se courbe à son extrémité, il s'élargit forcément au moment de se terminer, tout comme les tubes droits, par suite de la réflexion vers l'extérieur de ses parois. C'est ce que montre le tube de gauche de la figure 138. Il ne saurait se rétrécir comme le figure Ludwig. D'autre part, le mode de terminaison que nous figurons pour la première fois, qui ne peut laisser aucun doute sur sa véritable nature et qui est le seul que nous ayons constaté avec certitude, est évidemment une terminaison libre à l'intérieur du sac qui contient l'organe spongieux et le plexus labial; une pareille terminaison est exclusive de toute continuité avec les canaux du plexus labial. L'examen de coupes intéressant les bords du plexus labial semble cependant autoriser à admettre cette continuité; nous l'avons un moment admise, et, d'après l'examen de nos préparations et un nouvel examen des siennes, M. Carl Vogt l'a admise également. L'éminent correspondant de l'Académie des sciences de Paris a représenté dans son *Traité pratique d'anatomie comparée* une de ses pro-

(1) Comparer à la figure 138 (planche XVI) les figures 67 (planche VII), 57 (planche VI) et 9 (planche I).

pres préparations, dans laquelle on voit un tube hydrophore s'engager dans le plexus labial où sa cavité paraît bien en continuité avec celle des canaux qui constituent le plexus. La question semblait donc définitivement jugée par la concordance de nos observations, lorsque j'ai découvert les terminaisons libres des tubes hydrophores. Comment expliquer la contradiction apparente de ces données?

Nous avions admis la continuité des tubes hydrophores et des canaux du plexus labial en raison des faits suivants :

1° Chez la larve cystidéenne de l'*Antedon rosacea*, le tube hydrophore unique ne s'ouvre pas librement dans la cavité générale, comme l'a affirmé et figuré Ludwig, mais bien à l'extérieur par l'intermédiaire du premier entonnoir vibratile (1).

2° Chez la larve phytocrinoïde, les quatre tubes hydrophores qui suivent le premier se forment, en même temps que les entonnoirs vibratiles correspondants, aux dépens d'une même ébauche cellulaire ; *au moins pendant un certain temps*, ces tubes ne s'ouvrent donc pas davantage dans la cavité générale et présentent avec les entonnoirs vibratiles les mêmes rapports que le premier tube hydrophore (2).

3° Pendant que la larve cystidéenne passe à l'état de larve phytocrinoïde, une cavité intrapariétale correspondant aux tubes intrapariétaux de l'adulte, vient s'interposer entre le premier entonnoir vibratile et le premier tube hydrophore, mais ces deux organes restent en continuité (3).

4° Quand la larve phytocrinoïde a passé à l'état de jeune Comatule, cette disposition subsiste encore ; mais le sac proémine dans la cavité générale, et un bourgeon cellulaire occupant exactement la place du plexus labial vient se souder à sa paroi. Ce plexus semble donc venir s'interposer entre le tube hydrophore et l'entonnoir vibratile qui se sont formés les premiers (4).

5° Chez une Comatule à vingt-cinq pinnules, un sac anfractueux prend la place du plexus, les tubes hydrophores s'ouvrent dans son intérieur ; la disposition constatée dans la phase précédente ne fait que s'accentuer (5).

(1) Planche I, fig. 9 et planche II, fig. 22.
(2) Planche I, fig. 66.
(3) Planche II, fig. 16 ; planche VI, fig. 38 et 57 ; planche VII, fig. 64.
(4) Planche VI, fig. 58 et 59.
(5) Planche XV, fig. 130, *ib.*

6° Chez une Comatule adulte, les tubes hydrophores naissent de l'anneau ambulacraire, traversent une cavité vide et se recourbent vers le haut pour pénétrer dans le plexus labial, comme M. Vogt l'a figuré.

Là encore il n'y a rien à retirer des faits, et l'interprétation que nous en avons donnée paraît, au premier abord, absolument correcte ; elle le serait en effet, si ce que nous avons désigné sous le nom de plexus labial était un organe simple ; mais il n'en est rien. Ce plexus, nous l'avons vu, comprend en réalité : 1° un sac d'apparence conjonctive enveloppant l'organe tout entier; 2° un organe spongieux ; 3° des canaux rattachés à cet organe et en continuité avec ceux du plexus génital et ceux qui naissent de la membrane péritonéale; 4° des trabécules séparant les uns des autres ces canaux auxquels elles forment des espèces de gaînes incomplète et qui viennent s'attacher à la paroi du sac.

Le sac se forme le premier, et c'est à lui que correspondent les bourgeons des figures 58 et 59 de ce mémoire, ainsi que le sac anfractueux de la figure 130; c'est avec lui que sont en rapport les premiers tubes hydrophores. L'organe spongieux apparaît ensuite à son intérieur grâce au développement incessant des trabécules dans sa cavité (voir pour ce processus de formation la planche II du tome II de la 1re série des *Archives du Muséum*, et l'explication de cette planche); mais, entre cet organe et la paroi du sac, il reste un espace vide ; c'est dans cet espace que pénètrent peu à peu les tubes hydrophores, c'est à son intérieur qu'ils continuent à s'ouvrir, sans contracter aucun rapport avec l'organe spongieux ; les canaux du plexus labial ne sont qu'une transformation de ce dernier, il n'y a donc pas de rapport entre eux et les tubes hydrophores, qui s'ouvrent librement dans les interstices qu'ils laissent entre eux. Mais ces tubes n'en continuent pas moins à pénétrer à l'intérieur du sac, à s'engager parmi les canaux qu'il contient, comme l'a très exactement figuré M. Carl Vogt, et il est d'autant plus naturel d'en conclure qu'ils communiquent avec eux que les faits embryogéniques semblaient tendre, eux aussi, vers cette même conclusion. Il n'était possible de se dégager de cette illusion qu'après avoir fait une analyse complète du corps désigné en bloc sous le nom de plexus labial, avoir reconnu son mode de formation, et surtout après avoir découvert le mode si net de terminaison des tubes hydrophores.

Il faut ajouter d'ailleurs que le tube hydrophore anal qui est contenu tout entier dans un lambeau de tissu dépendant de la paroi du corps n'est pas en continuité parfaite de tissu avec cette paroi. A un grossissement suffisant, on voit les tissus qui l'enveloppent se mouler sur lui ; mais ils sont eux-mêmes limités, tout autour du tube, par une membrane propre qui se continue avec celle du sac intrapariétal ; de sorte que la paroi de ce sac n'est pas la continuation directe de la paroi du tube hydrophore anal qui aurait changé de structure.

IX

PLEXUS LABIAL ET ORGANE SPONGIEUX. — PLEXUS GÉNITAL.

Organe spongieux ; plexus labial ; plexus génital (Comatules à 25 pinnules). — Les dispositions précédemment décrites du sac viscéral montrent combien ce remarquable assemblage de membranes, de tractus et de trabécules est intimement lié au mode d'irrigation du corps. Nous avons dû décrire les rapports des espaces qu'il circonscrit avec les entonnoirs vibratiles qui nous ont apparu avec une disposition nouvelle, puisque beaucoup d'entre eux ne présentent plus aucun lien direct avec les tubes hydrophores, et que le plus grand nombre conduisent, soit dans les cavités sous-tentaculaires et génitales des bras, soit à l'intérieur du sac d'enveloppe du plexus labial, dans les interstices des canaux de ce plexus, et quelques-uns seulement, quoique moins sûrement, dans ces derniers.

Nous avons maintenant à étudier en détail les organes avec lesquels les trabécules dépendant du sac viscéral présentent des rapports si étroits qu'il est souvent difficile de dire ce qui appartient à ces organes et ce qui appartient à la trame conjonctive qui les enveloppe.

Le premier de ces organes est l'ensemble constitué par le *plexus génital* et le *plexus labial*, que nous pouvons désigner sous le nom de *plexus génito-labial*. Il comprend les parties désignées par Greeff sous les noms d'*axe vasculaire dorso-ventral* et de *réseau vasculaire adoral* (1), par Ludwig sous les noms d'*organe dorsal* ou *central* et d'*expansions sacciformes de l'anneau vasculaire oral*, par Herbert Carpenter sous les noms d'*axe vasculaire central*, *organe spongieux*, *glande plexiforme*.

(1) Greeff, pag. 90 et 91.

Nous savons déjà que dans les jeunes Comatules on trouve dans la région axiale le stolon génital et un ou plusieurs vaisseaux non encore disposés en un véritable plexus ; que néanmoins ce plexus se constitue peu à peu et forme autour du stolon génital un lacis vasculaire qui demeure longtemps sans connexion directe avec ce dernier. Tous les auteurs décrivent au contraire, chez la Comatule adulte, le stolon génital et le plexus qui l'enveloppe comme un seul et même organe, faisant partie de ce qu'ils appellent l'*appareil vasculaire*, et constitué par un réseau de canaux en communication avec les canaux intestinaux et les expansions sacciformes du centre vasculaire oral. Pour qu'il en fût ainsi, il faudrait qu'à une phase du développement plus avancée que celles dont nous avons fait jusqu'ici l'étude, le stolon génital donnât réellement naissance à des vaisseaux s'anastomosant avec ceux qui lui sont d'abord simplement juxtaposés. C'est là un premier point à examiner. Le plexus génito-labial est déjà bien développé dans les jeunes Comatules à 25 pinnules dont nous avons précédemment décrit le sac viscéral, et nous en avons des séries de coupes horizontales pratiquées sur des individus à peine plus âgés et dont l'un ne présente notamment que 27 pinnules à chaque bras. L'examen de ces préparations est inégalement instructif.

Deux des coupes verticales ano-buccales des Comatules à 25 pinnules contiennent toute l'étendue de l'organe dorsal depuis la pointe de l'organe cloisonné jusqu'au plexus labial. Dans la première, le stolon génital se montre dans la chambre centrale de l'organe cloisonné sous l'aspect de deux cordons séparés par un certain intervalle, s'amincissant en pointe à mesure qu'ils descendent du côté dorsal et traversant la coupe nerveuse pour venir se perdre sous forme d'un paquet de fibrilles dans la couche externe de tissu calcifère de la plaque centro-dorsale. Ce mode de terminaison a déjà été représenté figure 39, planche IV ; mais on ne voit pas sur cette figure une épaisse couche d'éléments étoilés ou fusiformes, qui forme la couche la plus externe des tissus de la plaque centro-dorsale, à l'intérieur de la couronne formée par les cirres et qu'on ne retrouve pas ailleurs, au moins avec ce développement. Quelques-uns de ces éléments se prolongent en très fines fibrilles qui vont se rattacher à l'enveloppe nerveuse des cirres, où après s'être réunis en faisceaux arrivent jusqu'à la

masse nerveuse qui enveloppe l'organe cloisonné. Ces connexions donnent à penser que les éléments dont il s'agit sont nerveux. Les cordons qui continuent le stolon génital à l'intérieur de la chambre axiale de l'organe cloisonné sont eux-mêmes formés, comme le démontrent les coupes horizontales, de cylindres creux de files de petites cellules arrondies, pouvant passer d'un cordon à l'autre. On trouve que le nombre de ces cordons est de quatre à six ou même davantage sur une même série de coupes horizontales. Il y a un espace vide entre eux et les parois de la chambre centrale. Avant qu'ils ne sortent de cette chambre, leur cavité s'oblitère, ils peuvent s'anastomoser de diverses façons, et finalement ils s'unissent en un gros cordon compact, à éléments allongés transversalement, rappelant ceux des figures 32 à 38, mais plus granuleux. La membrane qui limite les chambres de l'organe cloisonné accompagne ce cordon et lui forme un revêtement. A mesure qu'on se rapproche de la rosette, ces chambres se rétrécissent peu à peu, et leur section horizontale n'est plus finalement qu'un tout petit anneau circulaire ; sur les coupes verticales elles semblent se continuer en cordons cellulaires qui viennent se confondre parmi ceux qui constituent le stolon génital, sans qu'on puisse affirmer que ces cordons soient des rudiments de canaux.

Jusqu'au moment où il atteint le niveau du tube digestif, le stolon génital est presque plein, et aucun vaisseau n'apparaît à côté de lui. A partir du bord inférieur du tube digestif, il est remplacé, dans l'une de nos coupes, par un large canal compris entre deux feuillets du sac viscéral, mais qui ne présente aucun rapport avec le stolon. Ce canal s'élève verticalement au devant de l'œsophage, se bifurque bientôt et est rejoint au-dessus de sa bifurcation par d'autres canaux dont l'origine se perd sous la coupe du sac stomacal. Ces vaisseaux sont séparés de la paroi du tube digestif par une membrane fibreuse fenestrée, qui forme d'ailleurs à chacun d'eux une enveloppe très imparfaite. Au niveau de la partie inférieure de l'œsophage, le stolon génital reparaît, il est encore solide, fournit un lobe en avant et un cordon épais qui s'élève verticalement. Ce cordon a des contours un peu irréguliers, mais on n'en voit naître aucun rameau ; il est accompagné de deux ou trois canaux dont le trajet sinueux empêche de déterminer exactement le nombre et qui se placent entre lui et l'œsophage. Ces canaux abou-

tissent à une petite masse de forme ovoïde, qui a l'aspect d'un sac dans lequel aboutissent de larges canaux enveloppés à distance par une membrane qui continue la membrane d'enveloppe du stolon génital. Au niveau du sommet supérieur de cette sorte de sac, l'extrémité du cordon génital est coupée ; au-dessous d'elle se trouvent des canaux qui, sous un certain éclairage, apparaissent comme une continuation du stolon. Le sac est à l'extérieur par rapport au stolon ; il en naît un canal qui croise le stolon en passant au-dessus de son extrémité apparente, remonte le long de l'œsophage, laissant au dehors la coupe d'un tube hydrophore profondément engagé dans les tissus du plexus, et aussi jusqu'auprès d'une fente qui sépare ces tissus du plancher ; là il est coupé et on ne peut le suivre plus loin. Autour du tube hydrophore, comme autour du canal, il y a une lacune ; l'analyse des tissus dans lesquels est creusée cette lacune est assez difficile ; ils sont en continuité avec les membranes d'enveloppe de l'organe dorsal ; il semble cependant qu'il existe encore des canaux dans la partie comprise entre la lacune et l'œsophage.

La coupe qui vient immédiatement après vers la gauche contient la presque totalité de la longueur du stolon génital et du cordon ascendant auquel il donne naissance. Le sac pyriforme situé à l'extérieur de ce cordon descend beaucoup plus bas ; de plus, entre le stolon et le tube digestif, il existe un plexus de canaux qui rejoint par en haut le peloton externe et, par en bas, atteint le niveau du bord supérieur de l'intestin. Comme les parois des canaux, en voie de formation, sont assez épaisses, elles se colorent fortement, et il n'est pas très facile de suivre au milieu du plexus les prolongements du stolon génital ; toutefois le plexus et le stolon sont séparés l'un de l'autre par une enveloppe fibreuse ; leur séparation est absolue dans toute la partie du stolon qu'on peut considérer comme son corps, et ce n'est que vers l'extrémité du cordon qui en naît qu'il pourrait y avoir union entre des cordons issus du stolon génital et les canaux auxquels ils se mêlent au voisinage du sac. Il est certain d'ailleurs que dans des coupes verticales uniformément colorées et chez des individus âgés dont le stolon et le plexus sont fort compliqués et enchevêtrés, on trouve fréquemment des aspects qui pourraient être interprétés en faveur de l'hypothèse de la continuité, même dans la région du corps du stolon

génital; il n'y a donc pas à s'étonner des affirmations répétées qui ont été produites à cet égard. D'ailleurs, si l'on entend par organe dorsal l'ensemble du stolon génital et des canaux qui l'enveloppent, cette continuité est bien réelle. La question est maintenant de savoir si, dans cet organe d'abord formé de deux parties distinctes, le stolon génital et les canaux qui l'accompagnent, il s'établit à un moment donné une continuité entre les dépendances de ces deux parties. Il est à remarquer que si nous avons pu suivre dans nos coupes la partie verticale du stolon génital jusqu'au voisinage de son point de division, nous avons fréquemment rencontré dans ces mêmes coupes des portions plus ou moins étendues de ceux de ses rameaux qui se rendent aux bras; ces rameaux sont fréquemment accompagnés par des canaux, mais en demeurent complètement indépendants. C'est aussi ce qu'on voit dans les coupes médianes qui contiennent la totalité du stolon; ces coupes présentent du côté postérieur, immédiatement en arrière de l'œsophage, d'importantes parties de l'organe spongieux, et en arrière de cet organe, des coupes des rameaux génitaux; or une épaisse cloison sépare ces coupes de celle de l'organe spongieux que nous savons être en communication avec les canaux d'irrigation. Là encore, à l'âge qui nous occupe, le stolon génital et les canaux sont indépendants dans la plus grande partie de leur longueur.

L'étude des coupes horizontales de jeunes *Antedons* à 27 pinnules confirme et précise encore les conclusions auxquelles vient de nous conduire l'étude des coupes verticales. Formé vers sa région inférieure de quatre cordons cylindriques, le stolon génital se modifie peu à peu à mesure que le niveau des coupes s'élève. La cavité de quelques cordons s'oblitère, tandis que d'autres s'élargissent tangentiellement au cercle suivant lequel ils sont disposés, ou même se divisent; finalement, tous ces cordons ne forment plus qu'un corps compact dont les cellules sont disposées en circonvolutions ne laissant entre elles que de simples interstices en forme de fentes. Tout l'organe est enveloppé par une membrane continue dans laquelle on pourrait être tenté de voir, au premier abord, le prolongement unique de celle qui limite les chambres de l'organe cloisonné; mais il est difficile de s'arrêter à cette manière de voir parce que, même en s'aplatissant et en se fusionnant pour former un revêtement continu au stolon

génital, les cinq poches de l'organe cloisonné devraient former une membrane présentant une double assise de cellules; or cette couche est mince, tout à fait simple, et les cellules n'y apparaissent que par leurs noyaux saillants, de forme arrondie. Le stolon est relié par cinq trabécules irrégulièrement disposées à un cercle membraneux qui l'enveloppe concentriquement à quelque distance, et la membrane immédiatement appliquée sur lui se replie sur les trabécules et sur la membrane circulaire limitant ainsi cinq chambres irrégulières. Sans que j'en aie trouvé sur mes coupes la preuve absolument positive, il serait possible que ces chambres soient la continuation autour du stolon des cinq chambres périphériques de l'organe cloisonné, dont la chambre centrale aurait été oblitérée par suite de l'application du feuillet interne des cinq chambres périphériques contre le stolon génital. Sur celle de ses faces qui regarde l'intestin, le stolon génital est séparé de la membrane d'enveloppe que nous venons de décrire par une épaisse couche de fibres longitudinales brillantes et se colorant fortement par l'éosine. Des fibres semblables se trouvent dans l'épaisseur des trabécules postérieures; elles dérivent sans doute de la membrane fibreuse dont nous avons signalé la présence si précoce auprès du stolon génital et qui occupe une position exactement correspondante entre lui et l'intestin. A partir d'un certain niveau, les diverses parties de l'enveloppe extérieure se confondent avec les parties voisines du sac viscéral; la trabécule postérieure persiste seule, renforcée de fibres puissantes, et se relie à un volumineux canal vertical situé entre le stolon génital, qui demeure plein et l'intestin. Les fibres se retrouvent même sur la partie droite des parois de ce canal, qui ne tarde pas à se ramifier et fournit ainsi le plexus génital. Jusque-là le stolon génital est plein et n'a aucune communication avec les canaux voisins; mais très peu au-dessus du point où le canal principal commence à se ramifier, le stolon change de structure, et il est impossible sur quelques-unes de mes préparations de le distinguer des canaux en voie de formation qui l'entourent. Sur d'autres j'ai pu tracer la marche du stolon jusqu'à la naissance de la branche horizontale qui se rend au bras droit postérieur. Jusque-là le stolon est tout à fait indépendant, et la branche qui en naît est accompagnée d'un canal qui lui demeure juxtaposé, mais ne s'anastomose pas avec elle.

C'est donc seulement dans sa partie supérieure que le stolon génital peut entrer en connexion avec le plexus labial. Cette connexion, si elle existe réellement, est d'autant plus remarquable que toute la partie inférieure du stolon génital, sa partie la plus volumineuse et la plus importante, est pleine, qu'elle ne conduit à rien et qu'on ne voit pas pourquoi des canaux aussi larges que ceux qui naissent du plexus labial et forment le plexus génital viennent s'ouvrir dans son intérieur.

Si l'on peut encore, à cette période du développement, conserver quelque doute sur l'existence de connexions entre le stolon et le plexus génitaux, ces connexions sont, au contraire, évidentes entre les canaux qui accompagnent le stolon génital et ce qui sera plus tard le plexus labial; cet organe se montre sur la coupe horizontale comme un sac bosselé occupant le pourtour de l'œsophage dans le quartier droit postérieur de l'animal, mais ce sont les coupes verticales qui nous donnent le plus de renseignements sur ses véritables rapports. Nous l'avons vu d'abord se montrer sous forme d'un bourgeon entourant la moitié droite postérieure de l'œsophage et se soudant avec l'expansion sacciforme du premier appareil hydrophore (1). Il a pris chez les Comatules munies de cinq pinnules la forme d'un sac que nous avons déjà décrit succinctement, mais sur la description duquel nous avons à revenir en détail.

La coupe verticale de ce sac a, à peu de chose près, au moins dans certaines de ses parties, la forme d'un trèfle de carte à jouer (Pl. VI, fig. 59, *sh*); l'un des deux lobes symétriques du trèfle est soudé à l'expansion tégumentaire qui contient le premier tube hydrophore, et le lobe médian est tourné vers le bas; quant au pédoncule du trèfle, il remonte entre l'expansion tégumentaire et l'œsophage, puis passe entre ce dernier, le tube hydrophore et l'anneau ambulacraire qui lui fait suite; sa fine membrane se replie sur ces derniers organes et se continue avec la fine membrane à noyaux saillants qui recouvre extérieurement le tube hydrophore; sa lame inférieure se soude avec la membrane péritonéale de l'œsophage (2).

Le sac péri-œsophagien peut donc être considéré comme une duplicature

(1) Planche VI, fig. 56, 57 et 58, *xi*.

(2) Cette disposition délicate n'a pas été représentée dans la figure 59, relative à une coupe où elle n'est pas aussi nette que dans les coupes voisines.

de cette dernière membrane. La cavité du sac n'est pas entièrement vide ; sur ses parois on aperçoit de nombreuses petites cellules saillantes et ayant une tendance manifeste à se disposer en membrane, qui se relient à d'autres groupes de cellules libres situées dans la cavité du sac. Quelques tractus membraneux dépendant du sac viscéral sont disposés en avant et en arrière du sac hydrophore, et reliés à lui par de délicates cellules fusiformes ; d'autres tractus issus de l'expansion tégumentaire enveloppent par places, comme des anneaux, son pédoncule, dont la lumière contient encore de nombreux éléments fusiformes ou fibrillaires ; ces tractus naissent soit du bord externe de l'expansion tégumentaire, soit assez bas sur l'œsophage, et n'accompagnent pas le pédoncule du sac entre l'anneau ambulacraire et l'œsophage.

Le sac est lui-même peu étendu et ne tarde pas à se réduire à un collier saillant, entourant l'œsophage et représentant le prolongement de sa partie pédonculaire, collier d'ailleurs creusé en canal. C'est pourquoi, dans la première partie de ce travail, nous avons décrit l'organe qui nous occupe comme un vaisseau que nous pensions être le premier du plexus labial, en raison même de sa position.

Passons maintenant à une Comatule à vingt-cinq pinnules. Nous avons déjà décrit la partie du plexus labial qui fait immédiatement suite au plexus génital, en avant de l'œsophage (*N. A. M.*, 3ᵉ série, pl. II).

La coupe de cet organe se retrouve en arrière de l'œsophage, et là elle est particulièrement instructive ; cette coupe comprend en effet : 1° une enveloppe extérieure en continuité histologique avec les parties voisines du sac viscéral ; 2° une masse boursouflée du côté postérieur, mais qui s'amincit en se rapprochant de l'œsophage et se continue finalement par un grêle pédoncule remontant le long de l'œsophage.

Les parois de la partie supérieure de l'enveloppe ont une assez grande épaisseur et se composent de deux couches : une externe, dans laquelle semble creusée une lacune dont les parois seraient identiques de structure à celles d'un vaisseau ; une interne, fournie par l'agglomération de petites cellules sphériques et fournissant des tractus qui vont s'insérer à la surface de la masse bosselée, et notamment au fond de ses anfractuosités. En arrière et en dessous, l'enveloppe est en complète continuité avec des trabécules

du sac viscéral; en dedans, elle passe entre la membrane péritonéale de l'œsophage et la masse boursouflée, en s'appliquant par places si exactement contre eux, qu'elle paraît faire corps avec eux. Cette enveloppe fait-elle réellement partie du sac viscéral, ou doit-on la considérer comme appartenant au même système de formation que la masse boursouflée? Il est à remarquer qu'elle s'engage, comme le pédoncule de cette masse même, entre l'œsophage et l'anneau ambulacraire; que celles de ses dépendances qui sont situées dans cette région ne diffèrent en rien des dépendances de la masse elle-même; que ces relations sont exactement celles du sac simple que nous avons rencontré dans les plus jeunes Comatules; qu'enfin sa couche interne est formée d'éléments cellulaires fort semblables à ceux de la masse boursouflée. Cette couche ne se contente pas d'envoyer des tractus fibreux vers la masse lobée, elle est en continuité effective avec ses parois. Il paraît bien difficile, dans ces conditions, de ne pas admettre que l'enveloppe et la masse qu'elle contient ne soient pas une seule et même formation correspondant au sac péri-œsophagien que nous avons décrit dans les Comatules à cinq pinnules. Dès lors, l'espace compris entre la masse boursouflée et son enveloppe fait en réalité partie de la cavité du sac primitif dans laquelle viennent s'ouvrir les premiers tubes hydrophores, les premiers entonnoirs vibratiles. C'est en réalité la cavité d'un vaste canal d'irrigation, canal relativement énorme, dont les parois formées d'éléments à active multiplication s'invaginent à son intérieur, tout autour de l'œsophage, un peu comme les parois de l'intestin des lombrics pour former leur typhlosolis, et produisent ainsi la masse boursouflée. Mais ce que rappellent surtout les rapports de cette masse et de son enveloppe, ce sont les rapports de l'organe plastidogène des Astéries avec les parois du sac qui entoure le tube hydrophore. L'organe plastidogène est lui aussi constitué par un reploiement à l'intérieur des parois du sac que l'on considérait autrefois comme un cœur, et sa structure histologique rappelle, à fort peu de chose près, celle de cette masse. Seulement, chez les Comatules, la partie pédonculaire de la masse apparaît, sur des coupes très minces, comme formée d'un faisceau de canaux très fins; sur le pourtour de la partie renflée, les différents lobes de l'organe sont souvent creusés de cavités; chaque lobe semble n'être que l'amorce d'un canal; la masse même de l'organe peut être traversée

par des cavités semblables, de sorte qu'en certains points il prend un aspect véritablement spongieux et peut être considéré comme une sorte de sac dont la cavité serait en grande partie oblitérée par d'épaisses traînées cellulaires se raccordant à ses parois. Parmi ces cellules, le plus grand nombre sont des éléments fusiformes à gros noyaux; les plus voisines des parois de l'organe paraissent cependant libres et arrondies, et sur les parois mêmes sont accolés des éléments de mêmes dimensions et de même aspect que la partie renflée des éléments fusiformes.

Le fait que la masse lobée et son enveloppe ne sont qu'un seul et même organe et que l'espace compris entre eux équivaut à la cavité du sac péri-œsophagien primitif, comme semblent le démontre les rapports que nous venons de décrire, a une grande importance morphologique. On a vu, en effet, précédemment quel parti on en pouvait tirer pour l'explication des rapports successifs que les tubes hydrophores présentent avec l'appareil d'irrigation. Le sac qui enveloppe le plexus labial et ce plexus lui-même sont des organes de même origine, mais ils demeurent séparés, et l'on ne saurait conclure de ce que les tubes hydrophores s'ouvrent à un certain moment dans ce sac qu'ils sont en continuité avec les canaux du plexus. L'observation de leurs extrémités montre, en effet, qu'il n'en est rien; nous avons vu au contraire qu'un certain nombre de faits autorisaient à penser que, parmi les entonnoirs vibratiles du groupe supérieur, il en est peut-être quelques-uns qui conduisent dans les canaux du plexus, mais que les autres, de beaucoup plus nombreux, conduisent en réalité dans les cavités du sac.

Plexus labial et organes spongieux chez la Comatule adulte. — A mesure que l'animal vieillit, les entonnoirs vibratiles, les tubes hydrophores, les canaux du plexus labial, les trabécules de son sac d'enveloppe, se multiplient; il en est de même des diverses parties du plexus et du stolon génitaux.

Chez la Comatule adulte, l'aspect de l'organe spongieux, du plexus et du stolon génital, est bien différent de ce qu'on observe chez les Comatules à vingt-cinq pinnules. On peut en suivre les modifications dans une série de coupes verticales ano-buccales, et en allant successivement de la gauche vers la droite.

Dans une coupe rasant le bord externe gauche de l'anneau ambulacraire on voit le pourtour de l'œsophage occupé par une masse de tissu conjonctif

compact, dans laquelle sont creusées des cavités ayant l'aspect de canaux, à section circulaire, anastomosés entre eux et tapissés d'une fine membrane à noyau saillant. Les plus élevées de ces cavités sont immédiatement au-dessous de la paroi même du corps; ce sont les dernières qui persistent lorsqu'on s'éloigne de l'œsophage. De chaque côté de cette masse aréolaire de tissu conjonctif, sont creusées les cavités sous-radiales qui communiquent par places et par des conduits parfois assez fins avec le réseau de canaux creusés dans son épaisseur. Au delà de ces cavités le tissu en question se rattache au sac viscéral. A mesure qu'on se rapproche de l'œsophage, la masse formée par le tissu conjonctif devient plus épaisse; de nombreux tubes hydrophores y pénètrent, et il se forme au-dessus et autour d'eux une masse pigmentée creusée de nombreuses cavités elliptiques allongées transversalement et de même diamètre vertical à peu près que les parties pleines qui les séparent et que traversent des paquets de fibres.

Dans ces cavités qui s'allongent de plus en plus, transversalement, dans le voisinage de l'œsophage, se montrent les coupes longitudinales ou transversales de canaux à parois minces, présentant des noyaux saillants; ces canaux marchent à peu près dans la même direction et possèdent très sensiblement les mêmes dimensions; ils présentent par places des bosselures dont la figure 107 de la planche XI donne l'aspect en *ib;* ils peuvent s'anastomoser entre eux. Ils n'arrivent pas jusqu'au contact même de l'œsophage, auquel viennent s'attacher des trabécules très chargées de pigment, qui continuent la masse conjonctive, mais entre lesquelles on ne voit plus de canaux. Cependant ceux-ci se montrent encore sur les coupes en avant et surtout en arrière de la coupe de l'œsophage autour duquel leur réseau forme, en conséquence, un cercle presque continu. En arrière de l'œsophage, entre ce tube et le rectum, la coupe de ce réseau de canaux ne tarde pas à apparaître sous forme d'un peloton de canaux à parois minces, enfermé dans une cavité spéciale, creusée elle aussi dans le tissu conjonctif; ceux de ces canaux qui sont vus en coupe transversale sont isolés les uns des autres par du tissu conjonctif, de sorte que la coupe de la paroi du canal et la coupe de la paroi de la cavité que limite ce tissu autour de lui apparaissent comme deux circonférences concentriques.

Les canaux longitudinaux semblent par conséquent courir dans des cavités creusées pour eux dans le tissu conjonctif.

A partir du moment où les coupes traversent la lumière de l'œsophage, chaque préparation contient deux coupes du plexus, l'une en avant, l'autre en arrière de l'œsophage et le rectum. L'aspect de ces deux coupes (1) est assez différent. Dans la coupe postérieure, on distingue deux parties, correspondant l'une au sac péri-œsophagien, l'autre à la masse lobée de la Comatule à 25 pinnules.

Mais ces parties sont ici profondément modifiées. Si, pour fixer les idées, nous prenons pour point de départ la coupe numérotée $n + 13$ dans nos séries, nous constaterons les faits suivants : les parois du sac sont extrêmement épaissies; de leur surface interne se détachent des trabécules fibreuses qui s'anastomosent entre elles, cloisonnent sa cavité et la découpent en cavités secondaires, dans l'intérieur desquelles on voit les coupes de canaux qui ne sont autre chose que des parties du plexus qui s'est substitué à la masse lobée primitive. La coupe du sac a la forme générale d'un triangle isocèle, dont le sommet serait tourné en avant, dont les deux côtés égaux longeraient l'un la paroi du corps, l'autre la paroi de l'œsophage, la base étant tournée en arrière, vers la cavité générale, à peu près comme dans la figure 124. Examinons successivement chacun de ces trois côtés. Entre le côté supérieur et la paroi du corps est interposée une série linéaire de cavités allongées, ayant l'apparence de longues boutonnières tapissées par une mince membrane à noyaux saillants. En arrière de la plus externe de ces boutonnières, la paroi du sac se relie à la paroi du corps. En avant de la boutonnière antérieure, elle se continue, en s'insérant entre l'œsophage et le canal ambulacraire.

La face de cette paroi tournée vers la cavité du sac contient une couche de fibres longitudinales, de laquelle se détachent des faisceaux fibreux traversant la cavité du sac et se rendant à l'autre côté du triangle isocèle, en divergeant, mais en s'anastomosant aussi par places de manière à circonscrire des cavités plus ou moins étendues, dans lesquelles se trouvent ces parties spéciales de la masse lobée qui, chez les Comatules adultes, mérite

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XV, fig. 124.

parfaitement encore le nom d'*organe spongieux*. Ces cloisons fibreuses se trouvent seulement dans la moitié du triangle voisin du sommet, l'autre moitié est occupée par la cavité circulaire aréolée, dont les aréoles contiennent les coupes des diverses parties de l'organe spongieux.

Un canal à minces parois semble courir au-dessus de la couche fibreuse, dans la paroi du sac; ce canal paraît communiquer par une branche latérale avec l'une des cavités circonscrites par les cloisons fibreuses et pénétrer dans la cavité générale, au voisinage d'autres grands tractus creux, qui descendent verticalement entre l'œsophage et l'intestin, mais dont une branche se rattache à la base du sac. Cette base ne présente aucune autre particularité importante. Quant au troisième côté du triangle, il est séparé de l'œsophage par un cordon recouvert d'une abondante formation pigmentaire et qui prend naissance sur la membrane péritonéale de l'œsophage.

Dans la coupe $n + 14$, on voit se rapprocher beaucoup du sommet du triangle les dépendances de l'organe spongieux, se présentant toujours sous l'aspect de coupes de canaux plus ou moins bosselés et pelotonnés, coupes contenues elles-mêmes dans des aréoles circonscrites par du tissu conjonctif. La base du triangle se relie bien nettement aux gros trabécules creux de la cavité générale que des tractus relient encore aux téguments. Un progrès est encore accompli dans la coupe $n + 15$, où l'on peut voir les différentes parties de l'organe spongieux se relier les unes aux autres de manière à se rattacher, en somme, à un axe commun dont ils ne seraient que de grandes expansions latérales, elles-mêmes plus profondément lobées. Nous sommes ramenés par conséquent à la disposition déjà décrite pour les Comatules à vingt-cinq pinnules, disposition qui est ici simplement exagérée. L'axe auquel se rattachent toutes les expansions de l'organe lobé se relie du reste lui-même à la membrane péritonéale, fort épaissie autour de l'œsophage. Il est à remarquer que dans cette région l'axe en question est plein. Du côté opposé de l'œsophage, l'organe spongieux est remplacé par un plexus de canaux entourés chacun d'une gaine fenestrée de tissu conjonctif; ces canaux sont manifestement en continuité avec ceux qui forment le plexus génital et descendent le long de l'œsophage. Ils se groupent déjà en un plexus assez développé dans cette coupe où le stolon

génital n'est pas encore entamé; ce plexus se retrouve plus développé dans les coupes suivantes.

Finalement la lumière de l'œsophage se trouve dépassée. Dans toute la région correspondante à ce tube apparaissent de grosses trabécules disposées en réseau et chargées de pigment qui s'attachent d'une part à l'œsophage, et d'autre part se relient au réseau conjonctif dans les mailles duquel courent les canaux péri-œsophagiens horizontaux, bosselés, ramifiés et anastomosés qui, dans les coupes plus éloignées, unissent la partie postérieure de l'organe spongieux au plexus génital.

Ces canaux forment du côté droit du corps un plexus beaucoup plus volumineux que du côté gauche où ils sont peu nombreux. Le sac qui les enveloppe, le réseau de tissu conjonctif développé entre eux, contribuent à former autour de la moitié droite de l'œsophage un volumineux organe dont la complexité est encore augmentée par le fait de la pénétration à son intérieur d'un très grand nombre de tubes hydrophores.

Jusqu'ici la partie externe lobée, d'apparence glandulaire, de l'organe spongieux se termine nettement. Elle est représentée vue à un faible grossissement, planche XVI, fig. 135. En avançant vers la droite, on la voit émettre par places des tractus cellulaires pleins, qui vont d'autre part se mettre en contact avec la membrane péritonéale de l'intestin, et contractent avec celle-ci des rapports identiques à ceux que présenteraient des canaux en voie de formation mais encore pleins ; ce sont bien, en réalité, des ébauches de canaux, car quelques-uns de ces tractus, d'ailleurs assez courts, sont creux, et d'autres sont en communication, comme l'indique le schéma planche XX, fig. 162, avec de véritables canaux bien développés qui courent dans la cavité générale, au-dessus de l'intestin, dans les mailles du sac viscéral. Ces canaux vont d'ailleurs se rattacher, eux aussi, à la membrane péritonéale de l'intestin avec lequel ils sont en continuité. Il existe également du côté opposé des communications entre les canaux qui se détachent de la membrane péritonéale, ceux qui forment le plexus génital et ceux qui forment le plexus labial ; de sorte que toutes ces parties ne forment qu'un seul et même système de cavités contenant les matières élaborées par le tube digestif; elles représentent en somme un ensemble de cavités chylifères sur la description desquelles nous aurons à revenir.

Mais nous pouvons dès maintenant désigner les canaux qui font partie de cet ensemble de cavités sous le nom de *canaux chylifères*, ou mieux de *canaux absorbants*, afin d'éviter de transporter aux Échinodermes, comme on a eu le malheur de le faire trop souvent, des dénominations imaginées pour les Vertébrés, et dont l'application à des animaux d'organisation toute différente n'a que trop souvent fait naître les idées les plus fausses.

En continuant l'examen des coupes vers la droite, on ne tarde pas à arriver à des parties situées au delà du plexus; il reste au-dessous du tégument ventral un système de trabécules membraneuses, orientées horizontalement, mais onduleuses et anastomosées entre elles, chargées de pigment et entre lesquelles on n'aperçoit plus de coupes de canaux que sur les bords, et notamment près du bord postérieur. Celles de ces trabécules qui avoisinent le tégument ventral sont plus épaisses que les autres; finalement elles se rattachent, par des tractus obliques ou verticaux, au tégument ventral, tandis que les espaces qu'elles circonscrivent, s'agrandissant au-dessous de la région occupée par les gouttières ambulacraires, deviennent peu à peu les cavités sous-tentaculaires des rayons et des bras. Au delà des cavités sous-tentaculaires, les trabécules, devenues beaucoup moins nombreuses, se rattachent soit au sac viscéral, soit aux parois du corps en limitant entre elles des espaces canaliformes, continuées vers l'extérieur par les tubes que terminent les entonnoirs vibratiles. Cet aspect ne se modifie guère dans les coupes suivantes où de pareils espaces existent toujours au-dessous de l'épaisse cloison qui forme, dans le disque, le plancher des cavités sous-radiales.

En résumant ces données, on voit donc que tout autour de l'œsophage, sur une grande étendue, les téguments et la membrane péritonéale du tube digestif sont unis par une masse volumineuse de tissu conjonctif qui va s'atténuant peu à peu à mesure qu'on s'éloigne de l'œsophage, et s'unit finalement sur ses bords au sac viscéral dont elle n'est au fond qu'une modification. Cette masse est creusée : 1° de cinq grandes cavités sous-radiales courant sous les branches radiales issues de l'anneau ambulacraire, et se continuant avec les cavités sous-tentaculaires des bras; 2° de nombreuses cavités sensiblement orientées parallèlement à la surface du tégument et disposées à peu près comme si la masse conjonctive était décom-

posée en une série de feuillets onduleux, plus ou moins séparés et se touchant, se soudant même par places. Dans ces cavités courent les canaux qui forment le *plexus péri-œsophagien* ou *plexus labial;* le plexus entoure presque complètement l'œsophage, mais il est surtout développé en arrière et à droite et se continue, à droite et en avant, avec le plexus génital.

Dans la région comprise entre l'œsophage et le rectum, le plexus se transforme en une masse cellulaire, en partie creusée de cavités irrégulières, en partie compacte. Cette masse, dont les éléments peuvent être soutenus par des trabécules conjonctives, est l'*organe spongieux*. Cet organe présente de nombreux diverticules ramifiés, en continuité avec les canaux du plexus et du tube digestif.

Les parois de l'organe spongieux sont épaisses, sa cavité parfois presque oblitérée par des éléments anatomiques dont un grand nombre sont fusiformes et d'autres plus ou moins libres et arrondis paraissent en voie de migration (1). D'une part, cet organe se relie à la membrane péritonéale épaisse qui entoure l'œsophage ; d'autre part, il se rattache à la membrane péritonéale du sac stomacal au moyen de prolongements en forme de canaux, et se relie par d'autres branches au système des canaux intestinaux.

Autour du plexus et du sac, le tissu conjonctif aréolé qui entoure l'œsophage se condense de manière à former au plexus tout entier une épaisse enveloppe propre, interrompue par places pour le passage des canaux qui font communiquer la partie sacciforme du plexus avec les canaux intestinaux. Ce sac est intéressant, car, malgré les rapports intimes qu'il contracte avec le sac viscéral et bien qu'il se continue également avec les enveloppes et trabécules conjonctives du plexus génital, il a la même origine que le plexus et que l'organe spongieux. Nous l'avons vu, chez la jeune Comatule à vingt-cinq pinnules que nous avons décrite, se rattacher étroitement à ces organes et être avec eux en continuité complète de tissus. Cela est non moins net chez l'*Antedon phalangium* adulte.

L'organe spongieux est ici très développé. Les éléments qui le composent sont exactement ceux qui sont figurés par l'*Antedon rosacea*, planche XVI,

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XVI, fig. 136.

figure 136. Il semble seulement que dans l'une des parties solides les prolongements fibreux des éléments soient un peu plus serrés les uns contre les autres; mais ce qui est intéressant, c'est que sur certaines coupes on voit de gros tractus cellulaires, pleins, conservant exactement la structure de l'organe, partir de sa partie la plus volumineuse et la plus compacte et venir se rattacher à la paroi du sac d'enveloppe.

Dans la région où se font ces raccords, cette paroi est très épaisse, mais elle contient beaucoup moins de fibres que la région voisine; ces fibres, au lieu d'être orientées parallèlement aux parois du sac, sont entre-croisées dans toutes les directions, et un examen attentif montre que la plupart d'entre elles ne sont autre chose que des prolongements en filaments d'éléments fusiformes identiques à ceux qui constituent l'organe spongieux lui-même. Le passage de la structure de l'organe spongieux à celle des parois du sac se fait donc d'une façon graduelle, comme on peut s'en assurer par l'examen de coupes très minces.

Les éléments de la partie épaissie du sac paraissent d'ailleurs provenir de l'organe spongieux lui-même. En certains points, cette partie épaissie prend une structure aréolaire, très voisine de celle des régions encroûtées de calcaire; il est probable qu'un réseau calcaire se dépose effectivement dans ses mailles. De nombreux tractus cellulaires, creusés en canal, relient la partie la plus compacte de l'organe spongieux à la membrane péritonéale du sac stomacal, et ces tractus canaliformes qui se relient aux canaux du plexus labial sont eux-mêmes séparés les uns des autres par des trabécules fibreux allant de la paroi interne du sac à la paroi externe de l'œsophage. Ainsi, pas plus chez l'*Antedon phalangium* que chez l'*Antedon rosacea*, il n'est possible de séparer morphologiquement le sac péri-œsophagien et les trabécules fibreux qui en naissent, du plexus labial et de l'organe spongieux qui l'enveloppe. Ajoutons que dans les mailles du réseau conjonctif on observe de nombreux éléments libres, ovoïdes, ayant un aspect légèrement mûriforme, et beaucoup plus gros que ceux qu'on observe parfois dans les mêmes régions chez l'*Antedon rosacea*. Ces éléments sont des éléments en voie de prolifération. Il pourrait donc se former à l'intérieur du sac entre la paroi du sac et celle de l'organe spongieux des éléments nouveaux.

Qu'il se forme des éléments dans l'organe spongieux, tout dans la structure de l'organe semble le faire penser. Au point de vue physiologique, cet organe et les dépendances de son enveloppe présentent donc une certaine similitude de fonctions. Il n'y a pas lieu de s'étonner qu'il en soit ainsi, ces deux parties n'étant que le résultat d'une différenciation des parties qui ont pour commune origine une même région de la membrane péritonéale.

Plexus génital chez la Comatule adulte. — Nous avons vu que la masse de tissu conjonctif qui entoure l'œsophage est continue avec celle qui enveloppe le plexus génital; dans ce plexus les canaux et le tissu conjonctif présentent très sensiblement les mêmes rapports que dans le plexus labial. Les canaux dont il est formé ont exactement la même structure; c'est-à-dire qu'ils ont pour parois une mince membrane, qui semble se dédoubler par places en deux feuillets étroitement accolés. Cette membrane porte des éléments fusiformes dont les parties renflées font saillie aussi bien sur sa face externe que sur sa surface interne; la lumière du canal est souvent traversée elle-même par des éléments fusiformes analogues. Ces canaux, en se ramifiant, conservent sensiblement leur calibre, de sorte qu'il ne saurait être ici question de capillaires; la ramification se produit, du reste, parfois d'une manière toute particulière, comme nous allons le voir dans la description détaillée qui va suivre.

Dans la première coupe où l'on aperçoit le début du plexus, ce plexus se montre divisé en deux parties; la première est constituée par un canal qui va se rattacher à la membrane péritonéale très épaissie de l'œsophage; la seconde, plus extérieure, ne présente encore que des coupes de canaux que rien ne distingue de celles du plexus labial. Ces deux parties sont séparées par des trabécules de tissu conjonctif, et les canaux qui les composent se montrent en continuité dans les coupes suivantes avec ceux du plexus labial. La partie externe du plexus continue à être formée de canaux anastomosés; les canaux de sa partie interne viennent se rattacher à un canal un peu plus large et à paroi plus épaisse. Ce canal, près du plexus labial, donne successivement naissance à trois branches qui s'épanouissent elles-mêmes en masses boursouflées sur lesquelles viennent s'attacher les canaux du plexus, de sorte que le canal prin-

cipal et les branches à boursouflures qui le surmontent ont un aspect qui rappelle un peu celui d'une tête de chou-fleur (1). Ce même mode de ramification se répète plusieurs fois le long du canal interne à mesure qu'il descend vers le fond du calice; il ne tarde pas d'ailleurs à être accompagné d'un second canal exactement semblable à lui, et auquel il a d'ailleurs donné naissance. Plusieurs canaux viennent ensuite se joindre à ces deux premiers, en formant un faisceau de canaux plus larges que les canaux qui forment la partie interne du plexus et à paroi plus épaisse.

Ces derniers ne sont cependant pas d'une nature particulière, car ils ne sont que des ramifications, nées du côté externe, des canaux principaux qui se continuent vers le fond du calice. Dans les premières préparations où apparaissent les coupes histologiquement bien distinctes du stolon génital, les canaux principaux passent entre la paroi du tube digestif et ces coupes, dont ils sont séparés par des membranes fibreuses de tissu conjonctif. Un peu plus loin les coupes du stolon génital et celles des canaux se rapprochent comme si ces canaux devaient passer au-dessus du stolon génital et ici les difficultés d'observation commencent à être considérables. Les canaux et le stolon génital présentent les dispositions relatives qu'on observe dans la figure 112, planche XII; ils sont très rapprochés; les parois des canaux sont en outre plus épaisses et formées d'éléments peu différents de ceux de certains points du stolon génital; de sorte que les canaux et le stolon semblent en continuité; toutefois plus l'on observe avec un fort grossissement dans certaines coupes où canaux et stolon paraissent en continuité, moins la continuité semble évidente, et le stolon génital continue à paraître séparé des canaux voisins par une membrane fibreuse conjonctive.

Dans une série de coupes appartenant à un même animal, je n'en ai jamais trouvé plus d'une ou deux dans lesquelles il m'ait paru extrêmement probable que certains lobes du stolon génital donnaient réellement naissance à des canaux. La figure 154 de la planche XIX représente une de ces préparations. La partie *g* est un lobe du stolon génital dont les éléments sont trop caractéristiques pour donner prise à aucun doute; à sa droite se trouve un rameau dont les éléments sont plus petits et qui ne tarde pas

(1) C'est à peu près ce que nous avons représenté pour le plexus labial, planche XI, fig. 107, *ib.*

lui-même à se diviser en plusieurs branches du même calibre que les canaux du plexus, et dont les éléments se transforment graduellement en éléments plus petits. Ces branches sont de véritables canaux; il semble bien qu'elles se continuent avec les canaux du plexus, mais un examen très attentif des points de jonction entre ce qui est certainement canal du plexus et ce qui est branche canaliforme du stolon génital m'a toujours laissé quelque incertitude sur cette continuité. On constate presque constamment en ce point, comme le montre la figure 154, un changement dans la structure histologique des parties, et l'on peut, en conséquence, se demander si l'on se trouve en présence de parties en continuité ou seulement de parties superposées. En tous cas, le nombre des canaux qui seraient en continuité avec le stolon est évidemment fort petit, eu égard au développement du plexus, dont la partie externe continue à former un corps ovoïde d'une assez grande longueur, et dépasser notablement les parties supérieures du stolon génital, sans contracter avec lui aucune soudure.

La partie externe et la partie interne du plexus sont au contraire continues et ce serait seulement par cette partie interne si réduite qu'un lien s'établirait entre tout le plexus génito-labial et le stolon.

Si maintenant l'on considère que les rameaux du stolon génital qui se rendent aux bras ont à très peu près le diamètre des canaux du plexus; que ce sont aussi des canaux dont les parois sont seulement plus riches en éléments, ces éléments étant eux-mêmes souvent irréguliers (1), on voit combien doit être grande la difficulté de les distinguer les uns des autres dans les régions où leurs coupes se superposent.

Ludwig a affirmé que le rachis génital était contenu dans un vaisseau en continuité avec ceux du plexus labial. Qu'est-ce que le vaisseau génital? Il y a là un premier point à éclaircir, ce que nous ferons en nous occupant de l'appareil génital; mais on peut déjà faire observer que si le stolon génital fournit quelques branches au plexus génital, on peut déjà considérer les rachis génitaux eux-mêmes, manifestement liés au stolon génital, comme anatomiquement reliés au plexus génito-labial. Il n'y aurait rien d'étonnant à ce que quelques rameaux de ce stolon s'unissent également au

(1) *Nouvelles Archives du Muséum*, 2e série, t. IX, pl. XVI, fig. 144.

plexus labial sur lequel viendraient aussi se greffer secondairement les cordons génitaux. Nous savons cependant que le plexus labial et le rachis génitaux naissent indépendamment et qu'au début les rachis sont directement reliés au stolon génital dont ils émanent.

La constitution du plexus labial et de l'organe spongieux présente les mêmes traits généraux chez l'*Antedon phalangium* et chez l'*Antedon rosacea;* mais la persistance dans ces deux types de certains traits d'organisation fort remarquables donne à ces faits une trop grande valeur morphologique pour que nous n'y insistions pas.

(*A suivre.*)

FIN DU TOME PREMIER.

NOUVELLES
ARCHIVES DU MUSÉUM
TROISIÈME SÉRIE

MÉMOIRE
SUR L'ORGANISATION ET LE DÉVELOPPEMENT
DE LA
COMATULE DE LA MÉDITERRANÉE
(ANTEDON ROSACEA, LINCK)

PAR M. EDMOND PERRIER

TROISIÈME PARTIE (1)
ORGANISATION DE L'ANTEDON ADULTE.

X
LES CANAUX ABSORBANTS.

Les canaux absorbants. — On ne peut se faire une idée de la distribution des canaux absorbants qu'en superposant les décalques de coupes en séries se succédant les unes aux autres. C'est par ce procédé qu'ont été dressés les dessins d'ensemble qui constituent les figures 133, 152 et 153 relatifs à une jeune Comatule à 27 pinnules dont les figures 128, 129, 130, 131, 132, 139, 140, 141, 142, 146, 147, 149 représentent des coupes réelles. En suivant ces coupes depuis la région buccale jusqu'au calice, on trouve d'abord le sac périœsophagien pyriforme (fig. 129, *ib*), compris

(1) Voir pour les première et deuxième parties, la 2e série de ce Recueil, t. IX, p. 53 (1886-1887) et pour le commencement de la troisième, la 3e série, t. I, p. 169 (1889). Les renvois aux figures se rapportent aux planches I à XX du t. IX et I-II du présent volume.

entre l'œsophage et le rectum et se prolongeant vers la gauche en canaux étroits; en arrière ou en dehors de ce sac, on aperçoit une branche du stolon génital, accompagnée de formations membraneuses, auxquelles sont associés des canaux longitudinaux non représentés dans la figure 129, mais que nous trouvons en *is* dans la figure 130, et qui sont remplacés dans la figure 131 par des canaux dont la cavité vient en quelque sorte perforer la membrane péritonéale avec laquelle leurs parois sont en continuité absolue, de sorte que les substances qui ont filtré entre la paroi du tube digestif et la membrane péritonéale passent à pleine ouverture dans ces canaux, comme le montre en *a* la figure 131.

De chaque côté des coupes du rectum *r* on aperçoit en outre la coupe d'un large canal. Le canal de droite *ir* arrivé au point où le rectum s'unit à l'intestin, passe au-dessus de cet organe et va s'unir à d'autres canaux en continuité avec les premiers canaux du plexus labial et qui courent en dedans de la partie gauche de l'intestin entre cet organe et l'extrémité inférieure de l'œsophage, pour aller s'associer aux canaux du plexus génital (fig. 133). Le nombre des canaux absorbants augmente du reste beaucoup du côté droit le long de la courbure interne du tube digestif; nous les avons figurés aussi exactement et aussi complètement que le permet sur notre jeune animal la méthode des coupes; il n'y a évidemment pas un grand intérêt, leurs connexions étant connues, à les décrire en détail. Du côté gauche également le long de la courbure interne se trouve un gros canal *iv* (fig. 132 et 133) auquel aboutissent les canaux de cette région et qui est rempli par un fin coagulum. Ce canal passe entre le tube digestif proprement dit et le lobe qui donne naissance aux cæcums hépatiques *f*. Il existe aussi de ce côté un canal absorbant circulaire le long de la courbure externe du tube digestif, ce canal est continué par ceux qui sont indiqués sous la dénomination *ig* dans les figures 132 et 133 et qui, avec le canal rectal externe qui n'a cessé de demeurer accolé au bord libre postérieur du tube digestif, finissent par s'unir aux canaux de la courbure interne et aux canaux génitaux dans un confluent situé à la base du stolon génital, immédiatement au-dessus de l'anneau basilaire AB. Nous avions d'abord cru reconnaître, d'après l'examen des coupes horizontales, que ce confluent et l'anneau basilaire ne

faisaient qu'un; mais l'examen des coupes verticales ne confirme pas cette apparence. Le système des canaux absorbants demeure donc distinct, et cette région du moins, de l'appareil d'irrigation, dont l'anneau basilaire et les cavités dorsales des bras qui y aboutissent font essentiellement partie. Il est intimiment lié, au contraire, au plexus génital et au plexus labial, ainsi que l'ont constaté de précédents auteurs, et que nous avons eu fréquemment l'occasion de le confirmer à notre tour dans ce travail. On peut donc dire que les canaux absorbants de l'intestin, le plexus génital, le plexus labial, ne forment qu'un seul et même système de canaux, sur le trajet desquels se trouve disposé l'organe spongieux. Nous avons indiqué quelles raisons il y avait de se demander si cet appareil ne communiquerait pas avec l'extérieur par quelques-uns des entonnoirs vibratiles péribuccaux conduisant dans les canaux du plexus labial au moment où ils se détachent de la membrane péritonéale autour de l'œsophage; c'est peut-être pourquoi les canaux du plexus labial et du plexus génital ne contiennent quelquefois qu'un très faible coagulum comparé avec celui qui remplit les canaux absorbants profonds; les apparances qui militent en faveur de cette communication ne se montrent pas si souvent, ni d'une façon si nette que nous puissions être affirmatif sur ce point. Chez la Comatule adulte le système des canaux absorbants n'a aucune communication ni avec les tubes hydrophores ni avec le système des canaux ambulacraires. C'est seulement dans le système de cavités comprises entre le sac périœsophagien et les diverses parties du plexus labial et de l'organe spongieux, que les tubes hydrophores viennent puiser le liquide qu'ils injectent dans le système des canaux ambulacraires.

En revanche, il est possible, mais malgré tous nos soins nous ne saurions l'affirmer aussi catégoriquement que l'ont fait nos prédécesseurs, que quelques lobes du stolon génital se transforment en canaux qui s'anostomosent avec ceux du plexus génito-labial, de manière que les rachis génitaux, eux-mêmes canaliformes, semblent finalement se greffer sur ce plexus dont ils étaient primitivement indépendants; je n'ai jamais pu, chez les Comatules adultes, les distinguer avec une certitude absolue au milieu des canaux compliqués auxquels ils viennent se mêler au voisinage de l'œsophage.

On trouve cependant dans un grand nombre de coupes des canaux à

parois plus épaisses que les autres, qui ont tout l'aspect de sections des rachis génitaux; mais ce caractère n'est pas suffisant pour les faire reconnaître et il devient ici nécessaire de parler de la structure des parois des canaux absorbants et des organes avec qui ils sont en rapport. Les plus délicats des canaux du plexus génito-labial lorsqu'ils sont complètement développés, ont leur paroi formée de deux minces membranes étroitement accolées et présentant, l'externe des noyaux ovales saillants vers l'extérieur, l'interne des noyaux semblables mais saillants vers la cavité du canal. La cavité de ces canaux n'est pas complètement libre. Elle est traversée par places, chez beaucoup d'entre eux, par des éléments fusiformes munis de deux prolongements opposés ou de plusieurs prolongements divergents venant s'attacher à la paroi. Ces éléments peuvent avoir toutes les orientations possibles, et il en est qui sont simplement accolés aux parois des canaux. Dans la partie du plexus qui se transforme graduellement en *organe spongieux*, ils se multiplient beaucoup (fig. 136, pl. XVI), se disposent en plusieurs couches sur la paroi de l'organe qui s'épaissit ainsi sensiblement, et finissent même par en obstruer totalement la cavité sur un grand nombre de points. Il n'ont, du reste, les uns avec les autres qu'une très faible adhérence; il est fort possible qu'ils soient aptes à se déplacer et que l'organe spongieux soit simplement le lieu principal de leur formation; il serait alors comparable de tous points à l'organe plastidogène des Étoiles de mer. Il y a plus, dans l'organe spongieux, les deux membranes fondamentales que l'on observe dans les canaux proprement dits cessent d'être distinctes, leurs éléments se confondant avec les éléments accessoires; ceux mêmes de la membrane externe peuvent produire des prolongements filiformes, et arriver à se détacher de l'organe, comme on le voit dans la figure 136. La structure des vastes troncs collecteurs des canaux absorbants ne diffère pas sensiblement de celle des canaux du plexus. Là aussi la paroi est formée de deux minces membranes accolées; mais la cavité du canal n'est pas en général traversée par des éléments multipolaires, les éléments sont simplement accolés à la paroi interne du tronc, de sorte que la cavité de celui-ci ne contient sur des coupes que le coagulum, finement granuleux qui représente une sorte de chyle. Il y a du reste, à cet égard, une grande variété de dispositions.

On trouve dans un certain nombre de coupes des canaux qui présentent une autre disposition des éléments de leur paroi. La figure 141 de la planche XVII représente l'une de ces coupes de canal, dans laquelle la membrane externe est très mince, la membrane interne est épaisse au contraire et formée d'une seule couche de gros éléments, et la cavité du canal contient des éléments sphériques qui semblent s'être détachés de sa paroi; ailleurs les deux membranes sont également épaisses; l'analogie de structure entre les parois de tels canaux et celles des rachis génitaux (pl. XVII, fig. 143, *r g*), d'une part, celle des parois du stolon génital de l'animal adulte (pl. XX, fig. 159), de l'autre, est évidente. Il est certain que les coupes où l'on observe cette structure sont parfois celles de parties du stolon, mais leur position n'est pas toujours telle que cette conclusion puisse être admise avec certitude pour toutes les coupes de canaux à parois épaisses.

XI

LES BRAS ET LEURS CAVITÉS.

Les bras. — La coupe verticale d'un bras présente à considérer, suivant Ludwig et Herbert Carpenter : 1° l'épithélium cilié de la gouttière ambulacraire; 2° le nerf ambulacraire; 3° le vaisseau nerveux; 4° la bandelette musculaire surambulacraire que j'ai décrite en 1873; 5° le canal ambulacraire; 6° les deux cavités sous-ambulacraires; 7° la cavité génitale et les organes qu'elle contient; 8° la cavité dorsale; 9° la partie imprégnée de calcaire qui contient l'axe nerveux; 10° les muscles et les ligaments qui s'insèrent sur cette partie; 11° le tronc nerveux dorsal et les nerfs qui en dépendent; 12° les cordons nerveux latéraux; 13° les ligaments d'union contenus dans les cavités rayonnantes des syzygies.

La disposition générale de toutes ces parties est aujourd'hui bien connue; un certain nombre de détails et d'interprétations demandent cependant à être examinés de plus près.

Tout d'abord je trouve entre mes préparations et les figures de Ludwig d'importantes différences en ce qui concerne l'épithélium cilié de la gouttière ambulacraire, le nerf et le « vaisseau » nerveux sous-jacent. Les

figures de Ludwig sont faites, il est vrai, d'après l'*Antedon Eschrichti*, et mes préparations ont trait à l'*A. rosacea* et à l'*A. phalangium*.

Cela suffit-il pour expliquer les différences?

Je trouve toujours dans mes préparations, non pas un épithélium columnaire comme celui que représente Ludwig, mais un tissu formé d'une seule couche d'éléments grêles, fusiformes très serrés les uns contre les autres, régulièrement orientés normalement à la surface de la gouttière et présentant un noyau, situé à une hauteur variable, assez semblables à celles qui constituent l'épithélium de l'œsophage (*Ann. du Muséum*, 3e série, t. II, pl. II, fig. 174). Ces éléments, qui se colorent fortement sous l'action de l'éosine, sont plongés dans une substance homogène beaucoup plus faiblement colorable et que limite vers l'extérieur une lame striée verticalement. Cette lame est traversée par les cils vibratiles qui sont isolément fixés sur les éléments fusiformes. L'extrémité de ces derniers opposée à celle qui porte le cil se prolonge souvent en un filament qui traverse la couche sous-jacente, c'est-à-dire le nerf ambulacraire. Je ne vois pas dans le nerf d'autres éléments verticaux qui le traversent. Les filaments n'étant pas tous orientés de la même façon, il n'y en a parmi eux, qu'un certain nombre qui soient tout entiers contenus dans une même coupe; ils paraissent alors, au premier abord, comme autant de cloisons qui diviseraient la couche nerveuse en compartiments dont l'aspect rappelle bien un peu celui figuré par Ludwig; mais il est facile de s'assurer, en faisant varier la position de l'objectif, que ce sont bien là de simples filaments, comme Ludwig l'avait d'ailleurs parfaitement vu. Je ne crois pas cependant que ces filaments soient simplement de nature conjonctive. Beaucoup d'entre eux traversent entièrement le nerf à la limite inférieure duquel on les perd; un certain nombre se recourbent et deviennent horizontaux lorsqu'ils ont atteint cette limite; d'autres, surtout sur les côtés de la bandelette, dite nerveuse, aboutissent à des cellules multipolaires isolées, situées à la partie inférieure du nerf et qui ne peuvent être interprétées que comme des cellules nerveuses (pl. XX, fig. 160). C'est une disposition qu'on observe aussi chez les Étoiles de mer, où le véritable appareil nerveux de la gouttière ambulacraire est représenté par ces cellules, leur prolongement vers l'épithélium et les cellules épithéliales que terminent ces filaments. Assez

souvent les cellules inférieures pénètrent plus ou moins dans la couche fibrillaire qui les surmonte, de sorte qu'on peut trouver certaines transitions entre elles et celles qui constituent l'épithélium. Le tissu finement fibrillaire que traversent ces filaments est-il uniquement formé de fibrilles nerveuses longitudinales? c'est ce qu'admettent Ludwig et Herbert Carpenter; mais il faudrait, ce nous semble, pour établir cette conclusion, avoir, au préalable, démontré la connexion de toutes ces fibres avec des cellules nerveuses; c'est ce qui n'a été fait qu'en partie. La même objection s'élève, du reste, pour les Étoiles de mer qui ont donné lieu à la théorie du nerf ambulacraire des Comatules; là, en effet, la bande fibrillaire contient des éléments nerveux, comme chez les Comatules, mais rien ne prouve d'une manière absolue qu'elles soient toutes elles-mêmes de nature nerveuse. On peut toutefois invoquer, chez les Comatules, en faveur de cette opinion, une ressemblance incontestable de structure entre la bande fibrillaire sous-ambulacraire et l'axe nerveux du bras; mais c'est là une similitude qui n'est pas tout à fait suffisante. L'axe en question contient, en effet, de nombreuses cellules bi ou multipolaires en continuité avec les fibrilles; l'existence de telles cellules, en dehors des cellules inférieures, est beaucoup moins évidente pour la bande sous-ambulacraire.

Il me paraît donc que la bandelette en question, si elle contient indubitablement des filaments nerveux, pourrait aussi être en partie constituée par un tissu de soutien. C'est ce qu'avait également pensé Ludwig. Les filaments verticaux sont assez souvent des faisceaux de fibrilles qui se séparent en divergeant près de l'épithélium et se terminent chacune dans une cellule épithéliale; on s'explique donc que Teuscher ait cru voir ces filaments se ramifier avant de se terminer dans l'épithélium, ce que nous avons pu maintes fois constater. Les fibrilles elles-mêmes, quand elles ne se terminent pas dans des cellules multipolaires, comme on le voit sur certaines préparations, traversent la totalité de la couche fibrillaire et se réfléchissent pour se prolonger horizontalement au-dessous d'elles, sans se confondre avec les fibrilles qui forment la bandelette sus-ambulacraire.

Sur beaucoup de coupes la partie extérieure de la bandelette sous-épithéliale se détache de chaque côté de la gouttière ambulacraire, et semble ainsi former pour chaque bras deux cordons latéraux indépendants; d'autres fois

cette partie semble détachée par une mince cloison; elle contient un ou plusieurs corpuscules colorés semblables à ceux que Ludwig a figurés comme des formations nucléaires; mais ces formations ne sont autre chose que des cellules nerveuses identiques à celles qu'on trouve isolées sur les bords inférieurs et latéraux de la bandelette.

Faut-il considérer comme un vaisseau l'espace vide que Ludwig appelle le vaisseau nervien (*Nervengefass*)?

« Les vaisseaux radiaux, dit H. Carpenter, varient beaucoup de dimension et sont souvent invisibles si la section est si peu que ce soit oblique. Ils sont grands dans l'*Antedon Eschrichti* et l'*Actinometra nigra*, et l'on y peut fréquemment trouver des masses de pigment jaune ou des *coagulums*. Dans ce dernier type, leur section est quelquefois triangulaire avec le sommet dirigé en dessous, de manière à être reçu dans une concavité fortement marquée du bord supérieur du canal aquifère; mais dans l'*Antedon Eschrichti*, le *Pentacrinus decorus* et beaucoup d'autres types, leur section est plus ou moins elliptique. Quelquefois cependant, elle est triangulaire avec le sommet tourné en dessus vers la couche épithéliale, rendant ainsi le nerf ambulacraire beaucoup plus mince le long de la ligne médiane que sur les côtés. »

Comme Ludwig, Herbert Carpenter a vu dans le canal un épithélium, mais il ajoute que « ce revêtement cellulaire est beaucoup plus délicat que celui des vaisseaux sanguins interviscéraux et plus difficile à mettre en évidence. »

L'examen de toutes les figures auxquelles renvoie Herbert Carpenter, montre d'abord que les aspects divers qu'il attribue aux vaisseaux, peuvent très bien s'expliquer par la façon dont l'animal s'est rétracté. L'épithélium est, en effet, rectiligne sur ces figures quand la section du canal est elliptique; concave lorsque la coupe du canal est triangulaire et à sommet inférieur; il est convexe dans le cas contraire. Ni chez l'*Antedon phalangium*, ni chez l'*A. rosacea* je n'ai vu trace d'un épithélium tapissant les parois de la cavité en question; j'y ai cependant vu de très grêles trabécules le traversant comme le décrit Ludwig. Toujours plus petite que ne la figure Ludwig chez l'*A. Eschrichti*, cette cavité est souvent indistincte chez nos deux espèces, et comme la bande nerveuse se montre alors parfaitement

nette et intimement accolée à la bande fibrillaire sus-ambulacraire, on ne peut songer à attribuer l'absence de cavité à l'obliquité des coupes. Si la cavité existait, même sur les coupes obliques, on pourrait facilement avec un peu d'attention en reconstituer le contour, et d'ailleurs sur des coupes suffisamment minces, on la retrouverait toujours. Si maintenant l'on considère que la prétendue bandelette nerveuse et la bandelette fibreuse sont simplement accolées l'une à l'autre, qu'en raison de leur différence de structure, elles doivent se comporter différemment sous l'action des réactifs, il est évident qu'il est presque impossible qu'elles ne se séparent pas l'une de l'autre durant les nombreuses manipulations dont les animaux soumis aux coupes sont l'objet.

Le « vaisseau nervien » me paraît donc pouvoir être le résultat d'un décollement artificiel, et c'est aussi l'opinion à laquelle M. Vogt était arrivé de son côté, et qu'il a exprimée dans son *Traité pratique d'Anatomie comparée*. Le décollement n'est pas une simple séparation des fibres des deux bandelettes; chacune d'elles est enfermée dans une mince enveloppe protoplasmique qu'elle entraîne avec elle; cette enveloppe, d'ailleurs d'une grande minceur, m'a toujours paru anhiste.

Si le canal nervien de l'*Antedon rosacea* et de l'*Antedon phalangium* n'est réellement qu'un produit artificiel, on est en droit de mettre également en doute l'existence, en tant qu'organe distinct, de l'anneau vasculaire péribuccal dans lequel ces canaux déboucheraient. Il existe bien un espace libre entre l'œsophage et l'anneau ambulacraire; mais cet espace n'est pas fermé du côté de la cavité générale. Dans cette région l'œsophage est étroitement revêtu par une épaisse membrane péritonéale, et ce que Ludwig appelle les saccules, c'est-à-dire les origines d'une partie des canaux du plexus labial, s'implantent sur cette membrane et ne sont pas en rapport, en conséquence, avec un anneau creux qui les mettrait en communication avec les canaux nerviens. Il suit de là qu'alors même que ces canaux auraient chez nos espèces une existence normale, ils devraient être exclus de l'appareil formé par les canaux auxquels Ludwig donne plus spécialement le nom de vaisseaux.

Immédiatement au-dessous de la bandelette fibrillaire du tégument de la gouttière ambulacraire, ou séparée d'elle par l'écartement dont nous venons

de parler, se trouve la couche de fibres longitudinales qui repose sur le plancher supérieur du canal ambulacraire. Cette couche comprend une trentaine de fibres strictement disposées sur un seul plan. Immédiatement au-dessous d'elle vient l'épithélium très aplati du canal tentaculaire (Planche XIII), canal dont le calibre est assez variable et que traversent, comme on sait, de chaque côté, des faisceaux de fibrilles dont l'insertion sur le plancher supérieur du canal donne lieu à l'aspect de double enveloppe que j'ai décrite et figurée en 1873 (1), et dont j'ai décrit les modes de formation et les relations dans la seconde partie de ce travail. L'épithélium plus élevé de la partie inférieure du canal ambulacraire repose sur une couche de tissu conjonctif, continuation du tissu conjonctif des parois du corps, et qui peut être réduite à quelques éléments isolés, accompagnés de fibrilles. Au-dessous de cette couche vient l'épithélium propre de la cavité sous-tentaculaire (pl. XX, fig. 160).

Des trabécules verticales, sensiblement disposées en une série longitudinale divisent cette cavité en deux cavités symétriques communiquant largement entre elles. Ces trabécules consistent tantôt en membranes verticales, épaisses, soutenues par des fibres brillantes, également verticales ; tantôt en simples faisceaux d'éléments fusiformes, allongés en fibrilles, s'étendant du plancher supérieur au plancher inférieur de la cavité ou se dirigeant obliquement, alternativement vers la droite et vers la gauche, de manière à former là où elles sont très serrées, deux membranes de suspension divergentes, d'ailleurs fort incomplètes.

Il n'y a donc pas là une cloison véritable, mais bien plutôt une série de trabécules qui semblent destinées à limiter l'écartement vertical du plancher supérieur et du plancher inférieur de la cavité, ce qui force la cavité cœliaque à demeurer béante. Le tissu propre de la cloison de séparation des cavités sous-tentaculaires et dorsale est du tissu conjonctif semblable à celui qui, dans le voisinage, forme la paroi non calcifiée des corps.

Lorsque la membrane verticale est épaisse, le plancher supérieur de la cavité génitale l'est aussi ; mais cette cavité peut néanmoins communiquer latéralement avec les cavités sous-tentaculaires. Lorsque la cloison verti-

(1) *Archives de zoologie expérimentale*, t. II, pl. 2, fig. 2 et pl. 3, fig. 8.

cale est formée de simples trabécules inclinées, leur écartement, à leur point d'insertion sur le plancher inférieur de la cavité est égal à peu près au diamètre de la cavité génitale, qui semble, au premier abord, simplement pratiquée dans la cloison transversale séparant la cavité sous-tentaculaire de la cavité dorsale et n'est elle-même séparée de la cavité sous-tentaculaire que par de minces trabécules. Cette cavité n'est séparée que par un mince plancher fort incomplet de la cavité sous-tentaculaire et communique certainement par places avec elle. Chez l'*Antedon rosacea*, à l'état de maturité sexuelle, qu'il s'agisse d'un individu mâle ou d'un individu femelle, le contenu de cette cavité est simplement un tube cellulaire dont les parois sont formées d'éléments de taille fort irrégulière. Ce tube, sur lequel nous aurons à revenir à propos de la description de l'appareil génital, est relié par des filaments protoplasmiques aux parois de la cavité génitale (pl. XVII, fig. 143, *rg*).

La cavité dorsale des bras est toujours simple chez les deux espèces que j'ai étudiées; elle est, elle aussi, limitée par un épithélium spécial très régulier; mais elle présente suivant la partie des bras où on la considère, de très nombreuses variations de forme. Comme la forme des cavités sous-tentaculaires n'est pas non plus constante et qu'elle présente certaines modifications concomitantes avec celles de la cavité dorsale, nous suivrons simultanément ces variations en supposant que nous partons de la région moyenne d'un article ordinaire des bras et que nous nous rapprochons d'une syzygie.

Dans cette région moyenne, les deux cavités sous-tentaculaires sont larges (fig. 118, pl. XIII, *cst*, *cst'*) et séparées l'une de l'autre par de simples trabécules; leur plancher inférieur est formé du tissu conjonctif ordinaire et contient la cavité génitale *cg*. La cavité dorsale *cd*, de forme triangulaire, se prolonge profondément entre les deux masses musculaires, *μ*. D'abord cette cavité se trouve interrompue seulement par quelques trabécules transversales, dont les supérieures, tout au moins, sont revêtues par l'épithélium de la cavité dorsale; peu à peu les trabécules s'épaississent et finissent par combler d'une substance hyaline, finement granuleuse, à peu près la moitié de la hauteur de l'intervalle entre les deux masses musculaires. En même temps des replis longitudinaux, *ω*, formés par l'épithélium apparaissent sur la paroi de la partie restante de la

cavité, qui de la forme d'un triangle isocèle à hauteur double de la base a passé à la forme de triangle équilatéral (fig. 117). Tant que la transformation ne devient pas plus profonde, on observe contre l'épithélium des cavités sous-tentaculaires, dans le tégument, du côté externe une mince couche fibreuse, qui d'abord s'étale entre le nerf ambulacraire et la bandelette fibreuse sus-ambulacraire, descend entre la base des triades tentaculaires de chaque côté du canal ambulacraire, longe la paroi de la cavité sous-tentaculaire, en s'amincissant, et finit par contribuer à former la lame de séparation entre la couche externe des téguments à éléments étoilés et le tissu calcifié. La partie de couche adhérente au canal ambulacraire est plus épaisse au contact du canal ambulacraire, dans le voisinage de la base des triades tentaculaires; elle est par cela même dissymétrique. Au contact des parois de la cavité sous-tentaculaire les fibres ne forment qu'une seule couche, mais leur existence est constante. Peu à peu les masses musculaires de l'articulation s'amoindrissent; elles le font inégalement de manière que l'une disparaît avant l'autre (fig. 117). A ce moment le tissu calcifié envahit l'espace qui correspondait à leur intervalle. Ce tissu ne diffère en rien du tissu calcifié ordinaire; il présente seulement dans sa région moyenne un aspect fibreux; les fibres qu'il contient unissent le sommet de la cavité dorsale à la gaîne du cordon nerveux brachial. Presque immédiatement après le moment où la cavité dorsale est devenue triangulaire, elle s'arrondit, ainsi que la cavité sous-tentaculaire du côté où la masse musculaire a disparu. En même temps la couche fibreuse qui longe la paroi de cette cavité se renforce (fig. 116); elle est maintenant formée de plusieurs plans de fibres dont les unes, λ, suivent le chemin accoutumé, tandis que les autres continuent à suivre la paroi de cavité, l'entourent complètement et forment autour d'elle une sorte de sphincter. L'autre cavité sous-tentaculaire (celle de droite, fig. 116) reste aplatie; mais un gros faisceau fibreux λ' borde d'abord sa paroi supérieure, se réfléchit ensuite verticalement, passe entre elle et la cavité génitale et se divise bientôt en deux branches, dont l'une entoure la cavité dorsale, tandis que l'autre continue à descendre verticalement, ses fibres se dispersant peu à peu pour se répandre dans le réseau du tissu calcifié (fig. 114). Une couche fibreuse analogue, quoique moins développée se montre de l'autre côté; de toutes ces fibres,

il en est qui, arrivées au sommet de la cavité dorsale, se réfléchissent verticalement en se croisant avec celles du côté opposé, tandis que d'autres continuent à suivre la paroi de la cavité, autour de laquelle elles contribuent à former un troisième sphincter. On aperçoit en même temps, par transparence, au-dessous de la cavité dorsale, la paroi supérieure d'une cavité nouvelle *cy*, en communication avec elle, mais que laissent complètement en dehors les couches fibreuses. A ce moment les coupes ont entamé la syzygie et l'on voit en *cy'* deux des sillons remplis de tissu fibrillaire qui lui correspondent. Sur la paroi de la cavité dorsale, l'épithélium forme, sur l'un des côtés, trois replis longitudinaux saillants. Dans la coupe suivante (fig. 115), les trois cavités sous-tentaculaires et dorsale se sont encore rétrécies et arrondies ; leur enveloppe fibreuse s'est épaissie ; la coupe passe dans l'intérieur de la cavité dorsale supplémentaire, et l'on voit que cette cavité correspond exactement à la cavité verticale supérieure de la syzygie, dont elle ne diffère que parce qu'elle est vide, tandis que la cavité de la syzygie est remplie des fibrilles habituelles. Dans la coupe représentée (fig. 115), la partie inférieure de la paroi de la cavité dorsale *cd* a été emportée par le rasoir, de sorte qu'on ne voit pas exactement comment cette cavité est en rapport avec la cavité *cy*. Sur d'autres préparations le fond de la cavité *cd* se prolonge d'abord en un tube, en avant et en arrière duquel passent les fibres annulaires ; puis ce tube s'élargit latéralement en conservant son diamètre antéro-postérieur et devient la cavité *cy*, qui arrive ainsi tout au moins à une différenciation bien nette par rapport à la cavité dorsale. Il peut du reste y avoir à cet égard quelques variations. La coupe suivante (fig. 114) contient la face opposée de la cavité *cy* et les cavités sous-tentaculaires et dorsale y présentent des caractères analogues à ceux de la figure 115 ; puis, la syzygie étant traversée, les trois cavités reviennent peu à peu à l'état qu'elles présentaient d'abord, comme le fait pressentir la comparaison des figures 113 et 117. Il suit de cette description que la syzygie n'est pas simplement une disposition articulaire particulière. Au niveau des syzygies, de certaines d'entre elles pour le moins, tout le système des cavités brachiales subit des modifications spéciales ; un appareil fibreux ayant l'apparence d'un appareil musculaire se développe autour d'elles, et l'on se trouve amené à rechercher quel peut bien être le but de ces dispositions.

Or, si l'on considère les rapports des cavités remplies de tissu fibrillaire des syzygies, on trouve que ces cavités rayonnent elles-mêmes autour des espaces plus ou moins perméables qui entourent l'axe nerveux et dont aucune membrane continue ne les sépare. La cavité syzygiale supérieure s'étend ainsi de la cavité dorsale supplémentaire dont elle est manifestement la continuation aux lacunes périnerviennes (fig. 115) que prolongent en rayonnant jusqu'à la périphérie les autres cavités syzygiales; il est probable, ce nous semble, que le liquide contenu dans la cavité dorsale trouve dans cet ensemble de cavités si étroitement connexes un chemin tout tracé pour se rendre jusqu'au système nerveux et filtrer de là jusque dans le tissu calcifié des bras et même jusqu'à l'extérieur, puisque chez l'*Antedon rosacea* les cavités syzygiales rayonnantes atteignent la périphérie, comme le montre la figure 113; le pourtour de l'articulation syzygiale est marqué d'une série d'enfoncements ponctiformes correspondant au point d'attache de leurs courtes ramifications terminales.

M. Herbert Carpenter a vivement protesté contre cette interprétation, et accumulé contre elle divers arguments. De tous ces arguments nous n'en retiendrons qu'un, le seul qui serait péremptoire s'il était fondé. M. Herbert Carpenter prétend que nous aurions pris pour des cavités creuses et vides les cavités remplies de tissu fibreux des syzygies. La présence de ce tissu fibreux est probablement, selon lui, un obstacle absolu au passage de l'eau. Il se trouverait alors en complet désaccord avec son père, qui comparait ces cavités à des rayons médullaires. Ce point est à examiner. Le tissu qui remplit les cavités syzygiales présente ceci de particulier qu'il n'est pas imprégné de calcaire. Il est formé, comme le montre la figure 155, de la planche XIX, de fines fibres nucléées, presque parallèles entre elles et à l'axe longitudinal des bras, reliées à la trame du tissu calcifié, enfouies dans une délicate substance gélatineuse, facilement perméable comme le montrent l'intensité de sa coloration par le carmin ou l'éosine. Rien ne s'oppose à ce qu'un pareil tissu s'imprègne de liquide. Il n'en est pas de même du tissu calcifié dont tous les interstices sont remplis par du calcaire, et dans lequel les liquides ne peuvent circuler qu'à travers une proportion beaucoup moindre de tissu perméable. Le liquide de la cavité dorsale peut donc pénétrer plus facilement que partout ailleurs

dans le tissu de la cavité syzygiale. La constitution hétérogène de ce tissu extrêmement perméable ne se prête-t-elle pas particulièrement à des actions moléculaires propres à déterminer la formation de courants osmotiques? D'autre part, l'action absorbante des tissus n'est-elle pas facilitée parce que le rétrécissement des cavités des bras au niveau des syzygies ralentit le courant d'eau et détermine ainsi une légère augmentation de pression qui peut être accrue par la contraction des fibres qui entourent l'organe? S'il en était ainsi, cette disposition serait évidemment favorable à la filtration du liquide de la cavité dorsale dans les cavités syzygiales, d'où elle se répandrait autour du tronc nerveux et où elle pourrait être puisée, au fur et à mesure des besoins, par le tissu calcifié des bras. Il nous semble donc que le rôle que nous avons attribué aux syzygies est bien justifié par leur structure. En présence des modifications que subissent les parties molles des bras dans les rayons occupés par les syzygies, il nous paraît impossible de soutenir que celles-ci ne sont que de simples sutures prenant la place des articulations ordinaires.

Nous signalerons cependant une objection qu'on peut faire à notre théorie, c'est que les modifications que subissent les cavités sous-tentaculaires et dorsale ne sont pas toujours aussi importantes que celles que nous a présentées le bras mâle dont les coupes ont été figurées dans la planche XIII. Mais cela ne touche en rien au rôle du tissu fibreux des cavités syzygiales, qui, loin de s'opposer à l'expansion de l'eau dans le bras, nous paraît être au contraire une condition des plus favorables à sa diffusion et à sa sortie au dehors.

Corbeilles vibratiles. — Une autre catégorie d'organes en rapport également avec la cavité dorsale des bras est représentée par les *corbeilles vibratiles*. Ces corbeilles existent en plus ou moins grand nombre dans toute l'étendue de la région moyenne de la cavité dorsale. On en trouve presque toujours une sur la ligne médiane de la troisième radiale, tout près de l'articulation des deux premières brachiales (1). Mais elles sont surtout nombreuses dans les pinnules où on en compte cinq, six ou même davantage dans la longueur d'un seul article, toutes rassemblées le long de

(1) Planche 17, fig. 142, *cv*.

la ligne médiane, se touchant par leur bord, sans affecter cependant une disposition strictement linéaire et pouvant même se disposer longitudinalement sur deux rangs (1). Ces fossettes ont 47 μ de diamètre, elles sont à peu près exactement hémisphériques, et leurs parois ont 10 μ d'épaisseur. Elles sont formées d'un rang unique de cellules allongées à noyau située vers le milieu de leur longueur, terminées chacune par un cil vibratile. Les cellules sont souvent contenues dans une substance hyaline que limite, du côté de la cavité de la corbeille, une lame striée se colorant plus fortement que le reste de la substance. Cette dernière peut se condenser autour des cellules de manière à paraître faire corps avec elles. Je n'ai jamais vu chez l'*Antedon rosacea* une disposition semblable à celle que représente Ludwig dans la planche XIII, figure 18 de son Mémoire et qui se rapporte à l'*Antedon Eschrichtii;* le plus souvent toutes les cellules de la corbeille se ressemblent exactement. Quelquefois celles du fond sont un peu plus petites et se colorent moins que les autres, de sorte que la corbeille ne semble pas se terminer nettement. Chez l'*Antedon phalangium* j'ai constaté l'apparence représentée dans la planche XII, figure 111 de ce Mémoire, qui reproduit presque exactement ce que Ludwig a lui-même représenté; mais elle est tout à fait exceptionnelle. Les apparences de ce genre correspondent simplement aux interstices du tissu calcifié sous-jacent dont la partie claire peut imiter l'aspect d'un corps cellulaire.

Les corbeilles vibratiles contractent avec les autres tissus de la partie calcifiée des bras des rapports intéressants. Chacune d'elles est encastrée pour ainsi dire dans une colonne de tissu fibro-cellulaire que l'on peut suivre jusqu'au contact du cordon nerveux axial de la pinnule, comme on le voit figure 161, planche XX. Cette colonne est essentiellement formée d'éléments fusiformes; elle se colore exactement comme le cordon nerveux, et son diamètre n'est guère inférieur à celui de ce dernier. Des éléments qui la composent les uns sont simplement conjonctifs et identiques à ceux qui forment la gaine du tissu nerveux et du tissu calcifié; il se réfléchissent effectivement sous la cupule et lui forment une enveloppe conjonctive; mais le cordon nerveux envoie aussi lui-même un faisceau de fines fibrilles vers

(1) Planche 11, fig. 101 et 102, *fv*.

la corbeille (1). On remarquera d'ailleurs que les corbeilles sont placées dans la cavité dorsale aussi près que possible du cordon nerveux axial et que la colonne de tissu qui unit les deux organes et dont l'existence est constante chez l'*Antedon rosacea* semble impliquer un rapport étroit entre les deux organes. S'il est certain qu'en raison des cils dont elles sont pourvues les corbeilles vibratiles contribuent puissamment à entretenir le mouvement de l'eau dans la cavité dorsale, leur union avec le cordon nerveux axial autorise à penser qu'elles peuvent dans une certaine mesure soit régulariser ce mouvement, soit renseigner l'animal sur la qualité des liquides qui parcourent son corps ; mais, dans l'impossibilité de toute vérification expérimentale, ce que l'on peut dire de leurs fonctions n'a que la valeur de simples suppositions (2).

Au point de vue morphologique, si l'on remarque que la cavité dorsale des bras manque des entonnoirs vibratiles dont les cavités sous-tentaculaire et génitale sont si abondamment pourvues, que d'autre part l'épithélium de ces corbeilles et celui des entonnoirs ne sont pas sans quelque analogie, on pourra voir dans les entonnoirs et les corbeilles des organes correspondants.

En dehors de la région occupée par les corbeilles vibratiles, toute la cavité dorsale des bras est tapissée par un épithélium parfaitement régulier de petites cellules aplaties et polygonales (3). Ces cellules tapissent de même toute l'étendue de l'anneau basilaire auquel aboutissent les cavités dorsales. Le même épithélium tapisse les cavités sous-tentaculaires et les trabécules verticales qui les cloisonnent longitudinalement. Cet épithélium diffère peu de celui qui recouvre la membrane péritonéale du tube digestif; il semblerait d'après cela qu'on dût le retrouver dans les canaux absorbants; mais je n'ai jamais vu ces canaux présenter, à proprement parler, de revêtement épithélial, quoique Herbert Carpenter prétende les reconnaître faci-

(1) Planche XX, fig. 161, tv.

(2) Dans l'historique qui précède ce travail, p. 85, nous avons attribué à M. Herbert Carpenter l'opinion que les corbeilles vibratiles pouvaient être des organes de sensibilité spéciale. La phrase que nous avions, par une erreur de traduction, interprétée dans ce sens est relative à des organes tout différents, situés dans le tégument de quelques pinnules de l'*Actinometra armata*, et que M. H. Carpenter compare aux groupes de grandes cellules épidermiques décrites par le professeur Semper, dans le tégument des Synaptes.

(3) Planche XVII, fig. 145.

lement « à leur fin épithélium ». Nous avons déjà vu que leurs parois étaient généralement constituées par l'accolement de deux membranes à noyaux saillants et espacés, et la fine granulation qu'on observe à l'intérieur de ceux qui sont les plus voisins du tube digestif, n'est pas un épithélium, mais un coagulum de substances albuminoïdes qui remplit toute leur cavité.

Les autres particularités relatives à la structure des bras sont suffisamment connues pour que nous n'ayons pas à insister. Nous nous bornerons à résumer ici ce que nous croyons résulter de nos recherches et de celles de nos devanciers.

On doit distinguer dans les bras : 1° la gouttière ambulacraire; 2° le canal tentaculaire; 3° les cavités sous-tentaculaires; 4° la cavité génitale; 5° la cavité dorsale; 6° la masse dorsale de tissu, en grande partie calcifère, qui enveloppe l'axe nerveux.

Le plancher de la gouttière ambulacraire est constitué par un épithélium cilié au-dessous duquel se trouve une couche spéciale considérée par de nombreux auteurs comme nerveuse. En réalité, de nombreux éléments épithéliaux se prolongent en filaments qui traversent la couche sous-jacente et dont les uns se relient immédiatement à des cellules nerveuses, tandis que d'autres se replient horizontalement pour présenter probablement plus loin le même mode de terminaison. Les cellules nerveuses peuvent pénétrer plus ou moins haut dans la couche fibrillaire sous-jacente à l'épithélium; cette couche n'est peut-être qu'en partie nerveuse. Entre elle et le canal tentaculaire se trouve une couche unique de fibres musculaires. Le plus souvent, dans les préparations à l'alcool absolu tout au moins, la couche fibrillaire et la couche fibreuse laissent entre elles un intervalle qui a été décrit comme un vaisseau nervien, mais nous ne considérons pas comme démontré que ce ne soit pas un produit de préparation.

Les canaux tentaculaires aboutissent tous dans un canal circulaire qui entoure la bouche et d'où naissent les tubes hydrophores. Les cavités sous-tentaculaires, génitale et dorsale, communiquent entre elles par intervalles sur toute la longueur des bras. Les cavités sous-tentaculaires aboutissent dans la région périœsophagienne et dans la région axiale; les cavités génitales, entre les feuillets du sac viscéral; les cavités dorsales se continuent jusqu'à l'anneau basilaire. Elles contiennent des corbeilles vibra-

tiles, mais ne sont pas en rapport direct avec les entonnoirs calicinaux qui irriguent si richement les cavités qui leur superposées.

XII

L'ORGANE CLOISONNÉ ET LES CIRRHES.

L'organe cloisonné, situé dans la pièce centro-dorsale, au-dessous de la rosette, compte parmi les organes de la Comatule dont la signification et les rapports ont été le plus diversement appréciés. Décrit d'abord comme un cœur par Heusinger, Müller, Greeff, ramené au rang de simple cavité ventriculaire d'un organe cérébral par William Carpenter, il a été finalement considéré par Ludwig et Herbert Carpenter comme faisant partie de l'appareil circulatoire. « La glande plexiforme, dit Herbert Carpenter, diminue graduellement de dimensions lorsqu'elle passe de la cavité viscérale dans l'entonnoir central, formé par les radiales et perd peu à peu sa structure glandulaire et son aspect plus ou moins lobé. Des cavités vasculaires commencent à apparaître dans son intérieur et se groupent en un faisceau interne entouré par un cercle de cinq vaisseaux radiaux. Ces derniers se dilatent dans les basales de manière à former les cinq chambres de l'organe cloisonné (1). »

Comme la glande plexiforme communique elle-même avec les vaisseaux interviscéraux, qu'elle n'est, en somme, pour Herbert Carpenter, qu'une partie glandulaire de l'appareil vasculaire, il est évident que les cinq chambres de l'organe cloisonné ne sont que des renflements de vaisseaux. Cette signification donnée aux chambres de cet organe est encore plus nette, s'il est possible, dans le passage suivant :

« La partie supérieure de la tige contient les six vaisseaux ordinaires, cinq périphériques et un central. Le vaisseau axial unique que représente le *cordon central* de Perrier dans la tige larvaire se divise quand il entre dans l'organe cloisonné d'abord en deux, puis en quatre branches ou davantage, tandis que les vaisseaux périphériques s'épanouissent de manière à former les chambres de l'organe, comme ils le font sur une plus petite échelle dans les articles nodaux. »

(1) Herbert Carpenter, Report on the stalked crinoids, p. 104.

« Dans chaque nœud, dit enfin Herbert Carpenter, page 15 du même mémoire, l'axe vasculaire de la tige s'épanouit en une édition miniature de l'organe cloisonné du calice, et de chaque chambre part le vaisseau du cirrhe correspondant; ce vaisseau est revêtu d'une délicate expansion de l'enveloppe fibrillaire de l'axe vasculaire et se continue avec le canal central du cirrhe. »

Quant à l'axe vasculaire de la tige, il consiste suivant notre auteur, chez les *Bathycrinus*, *Rhizocrinus* et *Pentacrinus*, « en cinq vaisseaux périphériques entourant un faisceau de vaisseaux plus petits; de ces vaisseaux périphériques sont dérivés les vaisseaux centraux des cirrhes nés sur la tige. .... Chez les Comatules, la plaque centro-dorsale représente physiologiquement une série d'articles nodaux de la tige des Crinoïdes devenus coalescents et les prolongements inférieurs des chambres dans la tige sont rompus lorsque cet organe est abandonné. Un petit orifice dans le plancher de chaque chambre, tout près de l'axe central, demeure pour indiquer leur existence primitive, tandis qu'une petite ouverture au milieu de la paroi périphérique de la chambre conduit dans un vaisseau de cirrhe. Les vaisseaux des autres cirrhes sont dérivés de ceux qui forment l'axe central de l'organe cloisonné. Ils passent horizontalement au-dessous de la chambre en cinq groupes qui ont ainsi une position radiale, ainsi que les cirrhes primitifs et ceux de la tige des *Pentacrinus* (1). »

Ainsi, il ne peut subsister aucun doute, les cavités centrales des cirrhes, les chambres de l'organe cloisonné, les cavités de la glande plexiforme, ont la même signification morphologique; toutes ces parties sont des vaisseaux. Herbert Carpenter va plus loin.

« Lorsque l'axe vasculaire ascendant de la tige du *Pentacrinus decorus* pénètre dans l'entonnoir central circonscrit par le pentagone radial, les chambres deviennent pyriformes en s'allongeant dans la direction des rayons; en même temps, leurs cavités sont traversées par des trabécules qui les divisent en nombreuses cavités plus petites contenant des masses des granules pigmentaires d'un jaune brun... Un peu avant d'atteindre le niveau de la commissure circulaire, ces extensions radiales des vaisseaux

(1) Herbert Carpenter, Report on the stalked crinoids, p. 107.

extérieurs de la glande plexiforme se terminent un peu brusquement, et la glande est réduite à un faisceau petit, mais compact, de vaisseaux au milieu de la [lacune] centrale.... L'apparence de ces extensions radiales de la partie la plus inférieure de la glande plexiforme du *Pentacrinus decorus* rappelle beaucoup la description donnée par Kœhler, de la structure intime de l'extrémité ventrale de la glande ovoïde des Oursins. Cette glande est unie à l'anneau oral par un seul vaisseau, qui est apppelé par Kœhler le canal glandulaire. L'autre extrémité de la glande est décrite par l'anatomiste français, comme s'ouvrant à l'extérieur à travers la plaque madréporique, ainsi que le canal hydrophore, chez tous les Échinozoaires. Cependant, Ludwig, l'ayant décrit chez les Astérides et les Ophiurides, comme aboutissant à un anneau vasculaire aboral d'où naissent les vaisseaux génitaux, il y a de fortes raisons de penser qu'il en est ainsi chez les Échinides... Il ne me semble pas improbable, comme je l'ai suggéré ailleurs, que le plexus labial des Comatules puisse représenter l'anneau aboral des Échinozoaires, la glande plexiforme étant très raccourcie, mais en revanche développée latéralement. »

D'après ce passage, il semblerait qu'Herbert Carpenter homologue l'organe cloisonné des Comatules avec des parties voisines de l'anneau oral des Oursins, leur plexus labial avec l'anneau aboral de ces animaux, ce qui précise son idée que l'organe cloisonné fait bien partie de l'appareil vasculaire et semble entraîner l'homologation de la face orale des Crinoïdes avec la région anale des Oursins, et leur région dorsale avec la région orale de ces derniers, mais il ne poursuit pas les conséquences de cette idée puisqu'il me reproche, page 400 de son livre, d'avoir proposé moi-même cette homologation que rend aujourd'hui inutile la découverte chez les Comatules d'un anneau nerveux péribuccal rappelant celui des autres Échinodermes.

Nous nous trouvons, en divers points de cette description compliquée des cirrhes et de l'organe cloisonné, en désaccord avec Herbert Carpenter. Les cirrhes de l'*Antedon rosacea* comptent environ 13 articles, en forme de sablier, sauf le dernier qui se termine en un crochet aigu, légèrement recourbé en dessous. Nous avons décrit la structure intime de ces articles, ainsi que leur mode d'union : nous n'avons pas à y revenir.

Chaque cirrhe est traversé dans toute sa longueur par un canal, enveloppé d'un étui nerveux cylindrique, se reliant directement à la coupe nerveuse dans laquelle repose l'organe cloisonné. Le canal central est partagé horizontalement, par une cloison transversale, en deux cavités superposées. Ces deux cavités aboutissent aux chambres de l'organe cloisonné. Seule, la cloison horizontale se prolonge, à travers la cavité de ces chambres jusqu'à la partie de leur paroi interne qui circonscrit la chambre axiale où s'engage la partie inférieure du stolon génital. Les cloisons horizontales des cirrhes ne sont que des diverticules aplatis de cette paroi, transformés dans le cirrhe en un feuillet par accolement des deux moitiés des diverticules après son aplatissement. Cela résulte de la façon la plus claire du mode de formation des cirrhes et de l'examen de toutes les coupes verticales, faites sur de jeunes Comatules. J'ai sous les yeux, en écrivant cette description, des coupes verticales à travers l'organe cloisonné de Comatules ayant acquis deux, cinq, vingt-cinq et vingt-sept pinnules à chaque bras.

Dans toutes, le stolon génital (c'est-à-dire ce qu'Herbert Carpenter appelle le faisceau axial des vaisseaux) traverse toute la longueur de la chambre centrale de l'organe cloisonné. Cette chambre, nous l'avons dit, n'a pas de parois propres, c'est simplement l'espace circonscrit par les cinq chambres périphériques dont les parois forment en s'accolant les cinq cloisons de l'organe et circonscrivent, dans la partie où elle sont libres, la chambre axiale. Les cloisons horizontales de la cavité des cirrhes se dédoublent en pénétrant dans ces chambres; leurs deux feuillets s'écartent peu à peu en laissant entre eux un espace vide, et viennent finalement se raccorder à la partie profonde de la paroi de la chambre. C'est ce que montrent bien nettement la figure 39 de la planche IV, et le schéma de la planche XX qui n'en est qu'une réduction.

Quand la coupe passe un peu en avant de la région de raccordement de ces cloisons dédoublées avec la paroi des chambres, la coupe de chaque cloison apparaît comme une sorte d'ellipse, et toutes ces ellipses semblent former une sorte de crible (1) qu'Herbert Carpenter décrit comme propre aux Comatulides et destiné à assurer la distribution du sang dans leurs

(1) Planche 4, fig. 39, *ci*.

cirrhes. En réalité il n'y a pas là de véritable crible, et la structure de la région que l'on décrit ainsi est bien facile à comprendre. Les cirrhes étant sensiblement disposés en étages superposés, les cloisons qui leur correspondent se disposent à la partie inférieure des chambres de l'organe cloisonné en une série de planchers superposés. Ces planchers sont incomplets et irréguliers ; j'en ai compté neuf chez une Comatule adulte. D'après les descriptions d'Herbert Carpenter, il semblerait que ce mode de cloisonnement des cirrhes n'existe pas chez les Crinoïdes pédonculés ; il est donc tout naturel que le prétendu crible qui rattache les cloisons à la paroi des chambres de l'organe cloisonné tourné vers l'axe, manque également. Les premiers cirrhes se forment d'ailleurs exactement comme les autres, et présentent les mêmes rapports, comme le montre la figure 81 de la planche IX. La distinction que fait à cet égard Herbert Carpenter serait théoriquement intéressante, puisqu'elle établirait une ressemblance étroite entre les cirrhes des larves phytocrinoïdes des Comatules et ceux des Crinoïdes fixés ; nous regrettons qu'elle ne soit nullement d'accord avec nos observations. Tous les cirrhes des Comatules sont constitués de la même façon ; aucun d'eux ne reçoit de vaisseaux du prétendu faisceau vasculaire axial qui d'ailleurs n'est pas lui-même un plexus de vaisseaux.

Toutefois, à mesure que l'animal vieillit, des éléments anatomiques étoilés se disposent en trabécules isolées entre le prolongement du stolon génital et la paroi des cinq chambres de l'organe cloisonné ; de sorte que l'indépendance de tous ces organes est moins évidente chez les animaux âgés que chez les jeunes. Ces éléments ne forment d'ailleurs ni membranes ni tubes et demeurent pour la plupart isolés. Ils s'engagent aussi entre les feuillets séparés des cloisons des cirrhes dont ils peuvent remplir l'intervalle. Ces feuillets peuvent eux-mêmes se couvrir extérieurement d'éléments lâches presque libres, et ce fait semble indiquer que tous les éléments qui se forment ainsi dérivent de l'épithélium même des parois des poches. Ces dernières elles-mêmes contiennent d'ordinaire un grand nombre d'éléments libres, très régulièrement sphériques, qui n'absorbent presque pas les matières colorantes et tranchent nettement par là sur tous les autres. Nous n'avons pas rencontré d'éléments semblables en dehors des chambres de l'organe cloisonné.

Quels sont maintenant les rapports des chambres de l'organe cloisonné avec le prolongement du stolon génital autour duquel elles sont disposées? D'après Ludwig et Herbert Carpenter, ces chambres résulteraient simplement du renflement de cinq des vaisseaux du faisceau axial, et ces vaisseaux s'ouvriraient au dehors par cinq petits orifices. En suivant les coupes du côté dorsal, on les voit se rétrécir rapidement et se prolonger finalement en tubes coniques qui traversent toute l'épaisseur de la couche nerveuse, mais ne peuvent être suivis au delà et s'accolent au prolongement du stolon génital de manière à former avec lui un faisceau fibreux que l'on peut suivre jusqu'au voisinage de la surface tégumentaire. Ce n'est que tout à fait théoriquement qu'on peut, comme le fait Herbert Carpenter, attribuer à ces chambres des orifices sur la plaque centro-dorsale, même dans le très jeune âge. En réalité les orifices sont oblitérés avant la séparation de la Comatule et de son pédoncule, et leur existence doit être très éphémère.

La détermination des rapports du stolon génital et du prolongement supérieur des chambres de l'organe cloisonné est plus délicate. Ces chambres se rétrécissent aussi vers le haut, et semblent, au premier abord, se transformer en autant de canaux; mais nous avons déjà vu que l'étude suivie des coupes horizontales n'était guère d'accord avec cette manière de voir. En étudiant des coupes médianes de l'organe cloisonné chez de jeunes *Antedon rosacea* de différents âges et chez l'*Antedon phalangium*, on constate les faits suivants.

Chez une jeune *Antedon rosacea* n'ayant que deux pinnules bien développées à chaque bras, l'organe cloisonné, sauf le nombre des planchers correspondant aux cloisons des cirrhes est aussi bien développé que chez l'animal adulte et présente déjà son contour définitif. Les chambres latérales se prolongent vers le haut en un court tube à lumière à peine visible et à parois bien séparées de celle du stolon génital; la rosette calcaire qui devrait recouvrir l'organe est ici de très faible épaisseur, et l'excavation comprise entre la radiale, qui devra constituer l'anneau basilaire n'est pas indiquée. Le court tube qui prolonge vers le haut les chambres de l'organe cloisonné s'aplatit, se confond avec la membrane qui enveloppe le stolon génital; et l'on n'observe ensuite ni dans ce dernier ni autour de lui aucune trace de canal. Il est vrai qu'à ce moment le système des canaux

absorbants interviscéraux n'est pas encore développé et qu'en dehors de quelques trabécules le sac viscéral n'est représenté que par la cloison périœsophagienne qui se continue avec le plancher inférieur de la cavité sous-tentaculaire des bras et par la cloison verticale que l'on trouve dès les premières phases du développement entre le stolon génital et l'anse intestinale.

Dans une *Antedon* à cinq pinnules, le stolon génital présente les cavités anfractueuses qui ont été décrites comme des vaisseaux; mais si l'on suit les coupes relatives à l'organe cloisonné, on trouve que les parois de ces chambres contribuent, comme précédemment, à former la membrane d'enveloppe du stolon génital, mais demeurent parfaitement distinctes de ce stolon proprement dit, et ne forment autour de lui aucun vaisseau. L'accolement des parois des cinq chambres n'est complet que dans la partie extérieure de la région où elles s'adossent, de sorte que la coupe horizontale de la lacune médiane qui contient le stolon génital a la forme d'une étoile à cinq branches. La membrane d'enveloppe du stolon un peu au-dessus du point d'émergence de celui-ci, hors de la plaque centro-dorsale, est d'ailleurs mince et sur elle s'attachent déjà un certain nombre de trabécules. Le plan général de la distribution des canaux interviscéraux est déjà indiqué.

A mesure que le jeune animal présente un nombre plus élevé de pinnules, le plancher supérieur de l'organe cloisonné qui constitue la rosette et qui est d'abord presque membraneux s'épaissit beaucoup, comme on le voit dans la figure 39 de la planche IV, et sa coupe verticale présente des denticulations correspondant aux régions où l'accroissement est le plus rapide; en même temps l'épaississement de la base de la première radiale détermine le contour de l'anneau basilaire que commence à séparer du reste de la cavité générale le développement du sac viscéral. Les chambres latérales de l'organe cloisonné se continuent sous forme de tubes assez larges à travers la rosette. Mais ces tubes se rétrécissent et s'aplatissent rapidement avant d'arriver à la surface et leurs parois interne et externe s'accolent finalement de manière à se continuer avec la membrane d'enveloppe du stolon à la base duquel on ne distingue aucune trace des cinq canaux qui devraient, suivant Ludwig et Herbert Car-

penter, l'entourer. Les chambres latérales sont remplies des corpuscules sphériques incolores que nous avons signalés ci-dessus ; on ne voit aucun de ces corpuscules remonter le long du stolon, comme cela devrait être si les chambres se prolongeaient en canaux. Rien n'est encore modifié dans ces rapports lorsque le cercle basilaire est déjà définitivement constitué. On voit alors le stolon génital relié par de nombreuses trabécules aux tissus. On peut suivre jusque sur son enveloppe immédiate, sous forme de traînées cellulaires, le prolongement de la paroi axiale des chambres latérales de l'organe cloisonné ; quant à la paroi externe, elle se continue avec les membranes irrégulièrement disposées qui forment une lâche enveloppe au stolon génital; mais les deux feuillets constituant ces parois sont très rapprochés au voisinage de l'orifice de la rosette par lequel passe le stolon génital. Cet orifice n'est lui-même que celui de la cavité circonscrite par les cinq chambres et au-dessous duquel la paroi des chambres présente un certain nombre de fibres transversales. Grâce à la présence des corpuscules incolores des chambres latérales, il est possible de constater en toute certitude sur l'une de nos coupes de jeune Comatule que le tube qui prolonge l'une des chambres vers le haut à travers la rosette aboutit justement au point où s'insère sur celle-ci l'une des trabécules les plus importantes du voisinage du stolon génital. On sait avec quelle facilité les interstices apparaissent dans l'épaisseur de ces trabécules membraneuses. Là encore les cavités de l'organe cloisonné conduisent dans les cavités pratiquées dans l'épaisseur des membranes de la cavité générale et non dans des vaisseaux faisant partie du prétendu faisceau central. J'ai même rencontré une disposition exceptionnelle représentée planche IV, figure 39, et dans laquelle l'une des chambres de l'organe cloisonné semble s'ouvrir directement dans la cavité générale sans que rien d'anormal indique qu'il y ait là quelque accident de manipulation. Dans la préparation que j'examine de nouveau en écrivant il reste encore, entre le pourtour de l'orifice et la région voisine du sac viscéral, des débris d'éléments fusiformes qui auraient disparu s'il y avait eu là quelque déchirure. Dans tous les cas, ce n'est pas avec la substance même du stolon génital que se continuent les parois de la chambre, comme si cette dernière n'était qu'un élargissement des prétendus vaisseaux qui composent se stolon ; la chambre

n'a aucun lien immédiat avec le stolon et il n'y a aucun cercle de canaux dans la région où elle transperce le tissu calcifié de la rosette.

Dans une Comatule de la Méditerranée dont toutes les parties, y compris le sac viscéral, sont parfaitement développées et qui ne diffère plus guère que par sa taille des individus adultes, l'indépendance des chambres de l'organe cloisonné et du tissu du stolon génital, la continuité des parois de ces chambres avec l'enveloppe du stolon, l'absence de tout canal dans la région où s'établit cette continuité n'est pas moins frappante. Seulement ici le tissu calcifié remonte le long de l'enveloppe du stolon, de sorte que les deux parois du tube qui prolongent cette chambre sont plus étroitement accolées. La membrane qu'elles forment s'éloigne du reste par places du stolon et se relie aux trabécules de la cavité générale. Chez les Antédons tout à fait adultes enfin, le tissu calcaire se prolonge davantage le long du stolon génital qui devient lui-même plus compliqué, mais nulle part je n'aperçois de canaux proprement dits dans cette partie du stolon. Les rapports de toutes les parties demeurent les mêmes; les parois des chambres de l'organe cloisonné se continuent avec les enveloppes du stolon ou des cavités pratiquées dans leur épaisseur, non avec le tissu même du stolon.

Chez l'*Antedon phalangium,* les premières radiales forment par leur épaississement un long tube continuant vers la cavité du calice l'anneau basilaire, et traversé par une multitude de trabécules reliant les parois des tubes à l'enveloppe du stolon dont le tissu est immédiatement en contact avec eux. Cette enveloppe est du reste assez épaisse et assez difficile à distinguer par sa structure des tissus sous-jacents dépendant du stolon lui-même, auquel elle s'accole par places de manière à n'en plus paraître que la couche externe. Le stolon lui-même est décomposé en cordons cellulaires, bosselés, pleins ou ne présentant qu'une cavité peu distincte; sa structure est identique en somme, à celle du stolon de l'*Antedon rosacea*, dont nous avons décrit pas à pas le mode de formation, et rien n'autorise à le considérer comme un faisceau de vaisseaux. On peut suivre assez longtemps, le long de la partie du stolon contenue dans l'entonnoir formé par les radiales, les prolongements d'apparence tubulaire des chambres de l'organe cloisonné; mais ces prolongements tubulaires se perdent peu à peu dans les interstices du tissu formant l'enveloppe du stolon et dont la couche

externe, continue avec les trabécules de la cavité générale, est quelque temps revêtue de tissu calcifié. Là pas plus que chez l'*Antedon rosacea*, il n'y a de groupes de cinq canaux courant tout le long du stolon.

Cette conclusion est assez conforme aux figures d'Herbert Carpenter. Il se réfère, en effet, dans son texte à la figure 3 de la planche LVIII de son mémoire, relative au *Pentacrinus decorus*. Or dans cette figure justement les cinq chambres de l'organe cloisonné ont à peine dépassé le niveau de l'articulation des premières radiales avec les secondes que leurs parois, au lieu de demeurer séparées comme cela devrait être si elles se continuaient avec celles d'un canal, se confondent en une membrane qu'Herbert Carpenter figure même comme formée d'un seul feuillet, ce qu'il ne faudrait cependant pas prendre au pied de la lettre, les figures de l'auteur anglais ne pouvant être considérées comme fournissant des indications histologiques.

Ainsi, à notre avis, les chambres de l'organe cloisonné n'appartiennent pas au système des canaux absorbants interviscéraux. Comme les cavités des bras, elles font partie intégrante du système général d'irrigation duquel relèvent aussi les cavités axiales des cirrhes, les interstices du sac viscéral, les tubes intrapariétaux et les entonnoirs vibratiles qui les terminent. Cela paraît être aussi l'opinion de M. Carl Vogt, qui dit à ce propos dans son beau *Traité pratique d'anatomie comparée* (page 530) : « C'est la réunion de toutes ces excavations internes, qui sont revêtues de membranes, envoyant des cloisons transversales et dessinant ainsi un système compliqué de lacunes cloisonnées, qui composent ce que les auteurs ont appelé *l'organe cloisonné* (*Gekammertes Organ*). C'est une dénomination éminemment impropre, vu que ce n'est pas un organe, mais une suite de cavités parcourues par l'organe dorsal avec ses vaisseaux, et formant la continuation de la cavité générale du corps, du cœlome, qui entoure les intestins. »

Que l'organe cloisonné soit, morphologiquement, une dépendance de la cavité générale, cela nous paraît certain ; toutefois M. Carl Vogt est peut-être un peu sévère en refusant à cette continuation le nom d'organe. Les cinq cavités en question se forment, en effet, d'une manière indépendante, au sommet du pédoncule, au-dessous du basales. Elles ont un rôle bien déterminé : celui de faciliter l'irrigation des cirrhes. On peut donc considérer ces cinq poches comme constituant un véritable organe, dans lequel

il ne faudrait cependant pas englober la coupe nerveuse centrale et le prolongement du stolon génital.

XIII

L'APPAREIL D'IRRIGATION DES COMATULES

Il est nécessaire de synthétiser maintenant toutes les données que nous avons exposées dans ce qui précède, relativement à la pénétration de l'eau dans la cavité générale, du chemin qu'elle parcourt dans cette cavité, du rôle physiologique qu'elle y joue. On suivra facilement cette synthèse sur la figure schématique de la planche XX.

L'orientation nettement déterminée des entonnoirs vibratiles, disséminés sur le disque, orientation accusée d'une manière si frappante par l'inversion de leur direction sur l'étendue d'une même coupe parallèle au plan diamétral ano-buccal (1) prouve déjà un fait important, c'est que l'eau ne pénètre pas dans la cavité générale d'une manière quelconque; elle ne va pas n'importe où dans cette cavité; par les longs canaux incomplètement indiqués par Grimm, mais méconnus par tous les auteurs qui ont suivi, canaux qui font suite aux entonnoirs vibratiles, elle est conduite en des régions parfaitement déterminées, savoir :

1° Le système de cavités anastomosées qu'enveloppe le sac péri-œsophagien et dans lesquelles courent les ramifications du plexus labial;

2° La cavité sous-tentaculaire des bras;

3° La cavité génitale des bras;

4° L'étroit espace compris entre l'œsophage et l'anneau ambulacraire dans la région où les canaux d'origine du plexus labial se détachent de la membrane péritonéale;

5° Peut-être même les canaux du plexus labial.

L'eau qui s'engage dans ces deux dernières voies n'arrive à la cavité générale que par endosmose; l'eau qui suit les trois premières voies entre au contraire directement dans cette cavité.

Avec le système de cavités anastomosées qui contiennent le plexus labial communiquent :

(1) Planche XI, fig. 104 (non numérotée sur la planche).

a. Les cavités sous-tentaculaires des bras ;

b. Par l'intermédiaire des tubes hydrophores, le *canal tentaculaire* ou *canal ambulacraire;*

c. La partie de la cavité générale extérieure à l'enveloppe membraneuse du stolon génital;

d. Par l'intermédiaire de cette portion de la cavité générale, l'anneau basilaire et les cavités dorsales des bras ;

e. Par l'intermédiaire de la partie de la cavité générale contenue dans l'enveloppe du stolon génital, au moins par voie osmotique, les chambres de l'organe cloisonné et la cavité des cirrhes.

L'eau qui s'est engagée dans les entonnoirs du groupe supérieur ne peut cheminer dans les cavités où elle pénètre sans laver en quelque sorte la surface des canaux anastomosés et bosselés d'une façon si complexe qui constituent le plexus labial et le plexus génital. Or ces plexus sont en communication directe avec les canaux qui vont chercher les matières nutritives à la surface des parois mêmes du tube digestif; comme ces derniers se montrent souvent sur les coupes remplies d'un coagulum plus ou moins compact, ils constituent, par conséquent, des réservoirs de matières assimilables.

La constitution en plexus de ces réservoirs permet un énorme développement de la surface de contact des matières assimilables et de l'eau ambiante; ces matières solubles passent par endosmose dans l'eau qui baigne les canaux et qui, déjà chargée d'oxygène, se charge maintenant d'aliments. Que devient cette eau dans le système de cavités complexe qui communique avec la région du plexus labial? Il semble au premier abord qu'elle doive se rendre dans l'organe cloisonné, dans l'anneau basilaire et de là dans les cavités dorsales des bras. Elle ne peut guère faire autrement en ce qui concerne les cirrhes, et peut-être bien une partie gagne-t-elle aussi la cavité dorsale des bras. Mais ici, il faut se souvenir que cette cavité communique avec les cavités sous-tentaculaires et la cavité génitale; que ces dernières cavités reçoivent directement de l'eau du dehors par l'intermédiaire des entonnoirs vibratiles du groupe inférieur, et que l'eau ainsi amenée constitue un courant allant du disque vers l'extrémité du bras, qui entraîne probablement dans sa direction une grande partie de l'eau alibile. Les cavités dorsales ne recevant rien direc-

tement du dehors, l'eau qui s'est engagée dans les cavités sous-tentaculaires et génitales peut passer sur tout son trajet de ces cavités, dans la cavité dorsale des bras, où son mouvement est entretenu par les cils vibratiles qui revêtent probablement l'épithélium de ces cavités et certainement celui de leurs nombreuses corbeilles vibratiles. Les cavités dorsales des bras nous paraissent donc être une voie naturelle de retour de l'eau vers le fond du calice, vers l'anneau basilaire où elle se mélange à l'eau qui baigne extérieurement le tube digestif et à celle de la cavité périviscérale. Cette eau privée d'oxygène et appauvrie en matières nutritives, chargée des résidus excrétés par les tissus, à la manière d'une sorte de sang veineux, remonterait par la région centrale de la cavité générale jusque dans la région du plexus labial, où elle serait reprise avec une partie de l'eau qui arrive du dehors par les tubes hydrophores et chassée par eux dans les canaux tentaculaires. Là elle pourrait se mettre en équilibre de composition par simple endosmose avec l'eau extérieure.

Il est presque impossible, on le conçoit, de déterminer exactement par l'anatomie pure et simple la route que suit l'eau à l'intérieur du corps des Comatules; nous n'avons pas eu l'occasion de faire sur ces animaux des expériences qu'il est facile d'imaginer, mais sur le succès desquelles il est impossible de se prononcer; il est certain toutefois, d'après les dispositions anatomiques que nous avons précédemment décrites, que l'eau circule d'une manière régulière dans le corps de ces Échinodermes, qu'elle y suit des routes déterminées dans une certaine mesure, et qu'elle est l'unique véhicule de l'oxygène et des matières alimentaires dans l'appareil ambulacraire, dans les cavités des bras et dans les cirrhes. De là l'accroissement du nombre des entonnoirs vibratiles et des tubes hydrophores, corrélatif de l'accroissement des dimensions des bras. Au point de vue physiologique, l'appareil d'irrigation est le véritable appareil circulatoire.

Il ne saurait être question d'attribuer ce rôle à l'ensemble des canaux que l'on désigne depuis Ludwig sous le nom de système de vaisseaux sanguins. Si pendant toute la vie de l'animal le stolon génital et ses ramifications demeurent indépendants comme dans les premiers temps de la vie, ce système de canaux est confiné dans le disque, et ce n'est que par l'intermédiaire de l'eau qui ruisselle à sa surface que les matières assimi-

lables qu'il tient en réserve peuvent être portées dans toutes les parties du corps. Si, comme le pensent quelques auteurs et comme certaines de nos préparations paraissent l'indiquer, il s'établit finalement une connexion entre certaines ramifications du stolon génital, le plexus labial et les tubes génitaux, le plasma contenu dans le plexus peut bien couler dans l'appareil génital, mais il ne peut aller ni dans les cavités des bras, ni dans les cirrhes, ni dans les parois du corps; son rôle comme véhicule circulant demeure tout à fait secondaire. Le prétendu système des vaisseaux sanguins ne mérite donc nullement le nom d'appareil circulatoire. C'est une sorte de lieu de réserve duquel l'eau de mer extrait par endosmose les aliments qu'elle doit répartir dans tout le corps. On conçoit que ce soit en même temps un lieu de formation d'éléments anatomiques; on ne peut guère douter que tel soit le rôle de l'organe spongieux, si semblable au corps plastidogène des Étoiles de mer, et c'est certainement, en partie, le rôle du stolon génital.

On ne trouve du reste ni dans le stolon génital ni dans les canaux absorbants, ni dans ceux qui forment les deux plexus, aucune disposition musculaire autorisant à croire que ces canaux se contractent rythmiquement. Tout au plus les trabécules entre lesquelles ils courent pourraient-elles exécuter des mouvements forçant le contenu des canaux à se déplacer. Rien n'autorise à le penser. En dehors des phénomènes d'endosmose qui ne se produisent pas également sur tous les points, la seule cause de mouvement qu'on aperçoive pour ce liquide résulterait de l'introduction de l'eau de mer dans le plexus labial par quelques entonnoirs vibratiles, si tant est que les dispositions sur lesquelles nous conservons encore quelques doutes soient bien réelles.

Reste à savoir ce que devient l'eau qui est introduite dans le corps des Comatules. Cette eau doit être expulsée de quelque façon au dehors, mais comment s'échappe-t-elle? J'ai déjà donné les raisons qui m'ont conduit à penser que les dispositions qu'on observe au niveau des syzygies fonctionnent en partie comme un appareil de répartition et de décharge; mais je ne veux pas dire par là, tant s'en faut, que l'eau ne puisse être éliminée que par cette voie. Elle ne peut jouer son rôle nourricier qu'à la condition de pénétrer les tissus, de passer au travers et forcément elle arrive ainsi

de proche en proche au dehors. Une partie de l'eau introduite sort donc probablement par voie d'exosmose non seulement au travers du tissu des syzygies, mais encore au travers des tissus lâches et distendus de l'animal, notamment au travers des tissus délicats des tentacules. Il ne faut d'ailleurs pas s'exagérer la quantité de l'eau que les entonnoirs vibratiles font entrer dans le corps. Il n'y a pas à l'entrée des orifices de ces entonnoirs de clapets s'ouvrant uniquement de dehors en dedans et qui, laissant pénétrer l'eau, ne la laisseraient pas sortir et feraient ainsi tourner au profit de la pression intérieure tous les accidents permettant l'accès de l'eau dans le corps. Les entonnoirs rétrécis vers la partie profonde des téguments qu'ils traversent et les tubes étroits qui leur font suite peuvent bien opposer quelque difficulté à la sortie de l'eau et permettre, en conséquence, un léger accroissement de la pression intérieure; mais par leur intermédiaire une communication facile est établie entre l'extérieur et le corps de l'animal, la pression intérieure ne peut donc s'élever de beaucoup au-dessus de la pression extérieure. Cette faible différence de pression une fois établie, il ne peut entrer de l'eau dans le corps de l'animal sans qu'il en sorte une quantité équivalente, et la quantité d'eau qui pénètre par les pavillons ne fait que compenser celle qui s'en va. C'est du reste à l'expérimentation physiologique et non à l'anatomie qu'il convient de s'adresser pour avoir une solution définitive de ces questions.

M. Hartog a tenté récemment des expériences de ce genre. En examinant la direction des courants produits par les cils vibratiles dans des fragments fraîchement détachés du tube hydrophore d'une Étoile de mer ou d'un Oursin vivant, il a constaté que le courant était dirigé vers l'extérieur. En examinant les disques de Comatules plongés dans un liquide tenant en suspension de fines particules colorées, il a constaté que ces particules n'arrivaient pas à toucher le tégument de ce disque et qu'elles s'en tenaient écartées comme si une force répulsive en émanait. Cette force répulsive serait produite par un courant dirigé de dedans en dehors. M. Hartog conclut de ces faits que les tubes dits hydrophores servent non à l'entrée de l'eau, mais à la sortie de produits excrétés et il compare l'appareil ambulacraire des Échinodermes à une néphridie. Les expériences de M. Hartog ne paraissent pas concluantes. Les conditions

dans lesquelles elles ont été faites ne sont nullement physiologiques; il est bien manifeste que l'action des cils est trop faible pour lutter avec avantage contre les variations de la pression intérieure, résultant des mouvements même de l'animal et qui peuvent déterminer, même dans les tubes hydrophores, des courants en sens variable. En ce qui concerne les Comatules, je n'ai pas eu occasion de répéter l'expérience de M. Hartog, mais la forme et la disposition même des entonnoirs vibratiles ne s'accordent pas avec ses conclusions. S'il s'agissait d'excréter un produit déterminé, pourquoi ces organes se dilateraient-ils de l'intérieur vers l'extérieur? Pourquoi les conduits qui y aboutissent divergeraient-ils des cavités péribuccales et sous-tentaculaires vers l'extérieur? Pourquoi seraient-ils disséminés sur toute la surface du disque? Autant ces dispositions s'accordent mal avec l'hypothèse d'un rôle excréteur, autant elles sont favorables à l'hypothèse que l'animal recueille l'eau tout autour de lui pour la conduire dans les parties de son corps où sa présence est nécessaire.

J'ai fait, en revanche, au laboratoire du Muséum, à Saint-Vaast la Hougue, des expériences sur des Étoiles de mer intactes, bien vivantes, notamment de magnifiques *Solaster papposus*, qui venaient d'être pêchés; elles m'ont donné de tout autres résultats que ceux de Hartog. Au moyen d'une pipette à bec très effilé, remplie d'une dissolution colorée quelconque, j'ai tracé dans l'eau même, au-dessus de la plaque madréporique des figures flottantes, telles que des cercles ou des croix. Si un courant sortait par la plaque madréporique, les figures auraient dû être peu à peu repoussées loin de la plaque madréporique et plus ou moins déformées; les cercles auraient dû s'élargir graduellement, les bras des croix se recourber vers le haut et se dissocier. Rien de tout cela ne s'est produit. Sans se déformer, les figures venaient peu à peu se poser sur la plaque madréporique et disparaissaient bientôt sans que celle-ci fut salie. Le phénomène se produit si lentement qu'on peut se demander si la disparition des figures tient à leur pénétration dans les parties du crible madréporique ou à la diffusion de la matière colorante dans l'eau ambiante. Chez les Étoiles peu actives, le doute est possible; mais il n'en est plus de même chez celles qui sont bien vivantes, et, dans tous les cas, le fait que les figures viennent toujours se poser sur la plaque démontre bien qu'il n'y a

pas de courant permanent de sortie. Les pertuis des cribles madréporiques des Étoiles de mer se rétrécissent d'ailleurs de dehors en dedans comme les entonnoirs vibratiles des Comatules.

Les conclusions que nous venons de développer relativement à la circulation des liquides dans le corps des Comatules diffèrent notablement de celles auxquelles nous nous étions arrêté dans la partie organogénique de ce travail; elles se rapprochent en même temps davantage, au moins à certains égards, des idées antérieurement émises; il y a lieu de préciser ici en quoi elles diffèrent des unes et des autres.

William Carpenter pensait qu'il n'y avait chez les Comatules qu'un liquide circulant, mélangé de chyle et d'eau de mer. Ce liquide, dans son hypothèse, partait de la région péribuccale, s'engageait dans les cavités sous-tentaculaires des bras qui fonctionnaient comme des artères et revenait par les cavités cœliaques, fonctionnant comme des veines, à la base du calice d'où il remontait par la cavité collumellaire jusqu'en son point de départ. Le système des canaux ambulacraires était pour lui complètement clos et n'avait pas plus de rapport avec l'ensemble formé de cavités constituées par la cavité générale et ses dépendances que le système des vaisseaux clos des Vers annelés n'a de rapport avec la cavité générale. Quand il publia cette théorie de la circulation chez les Comatules, William Carpenter ne connaissait ni les vaisseaux absorbants, ni le plexus génito-labial, ni les orifices de tubes hydrophores, ni ceux des entonnoirs vibratiles.

Greeff décrit comme W. Carpenter les canaux ambulacraires; les cavités des bras sont de simples prolongements de la cavité générale, et il existe chez les Comatules un système clos de vaisseaux dont l'organe cloisonné est le cœur. Du cœur partent : les vaisseaux des cirrhes, dix vaisseaux entourés par l'axe nerveux des bras, les vaisseaux de la columelle et autres vaisseaux du calice auxquels se raccordent les vaisseaux nerviens des bras que Greeff signale pour la première fois. Greeff n'a pu voir avec certitude comment se terminent les tubes hydrophores.

Teuscher considère aussi l'organe cloisonné comme un centre vasculaire, d'où naissent les vaisseaux des cirrhes et de la columelle qui forment dans l'axe du corps autour de l'intestin un réseau complexe auquel se rattachent les cavités sous-tentaculaires et cœliaques des bras. Tout cela

forme un système clos de vaisseaux, un appareil circulatoire tout à fait distinct de la cavité générale. Ce système de canaux communique avec l'extérieur par les entonnoirs vibratiles; il est relié au système des canaux ambulacraires par les tubes hydrophores.

Greeff et Teuscher ne distinguent pas suffisamment les « vaisseaux » des trabécules de la cavité générale pour qu'on puisse avec certitude leur en attribuer la découverte, alors même que ce qu'ils en disent serait exact. Cette distinction est faite d'une manière rigoureuse par Ludwig qui refuse à l'organe cloisonné la qualification de cœur, a une tendance à attribuer cette qualité au plexus axial auquel se rattacheraient, suivant lui, le canal nervien observé déjà par Greeff et Teuscher, ainsi qu'un canal génital entourant le rachis et contenu lui-même dans la cavité génitale. Les bras auraient donc, comme le calice, un appareil circulatoire complet. Les tubes hydrophores et les entonnoirs vibratiles s'ouvrent, pour lui, dans la cavité générale où l'eau extérieure entre de toutes parts et est en partie dérivée vers l'appareil tentaculaire. Les cavités sous-tentaculaires, génitale et cœliaque des bras, sont pour Ludwig comme pour Greeff, des dépendances de la cavité générale. En somme, les idées de Ludwig ne diffèrent guère de celle de Greeff que parce que les « vaisseaux » sont nettement distingués des lacunes de la cavité générale et parce que l'organe cloisonné n'est plus considéré comme un cœur, mais cet organe fait encore partie de l'appareil circulatoire. Toute cette théorie est d'ailleurs hypothétique, car, en réalité, Ludwig n'a pas représenté, comme il l'a cru, les véritables terminaisons libres des tubes hydrophores; il n'a pas constaté non plus l'orientation particulière, des entonnoirs vibratiles, et il croit que par l'intermédiaire de ces derniers, l'eau se répand indistinctement dans toutes les parties de la cavité générale où elle pénétrerait normalement aux parois du corps.

Herbert Carpenter finit par abandonner tout à fait l'idée de l'existence d'un cœur chez les Comatules, mais à cela près il reproduit la plupart des idées de Ludwig.

Jusqu'en 1886, M. Vogt et moi laissons, comme Greeff, les cavités des bras en dehors de l'appareil circulatoire. Cet appareil, qui comprend le plexus génito-labial et les canaux absorbants interviscéraux, communique, suivant nous et comme l'avait pensé Teuscher : 1° avec l'extérieur par l'in-

termédiaire des entonnoirs vibratiles; 2° avec les canaux ambulacraires par l'intermédiaire des tubes hydrophores. Mais il n'a rien à faire avec les cavités des bras. L'eau extérieure est donc amenée par les entonnoirs vibratiles dans le système de canaux sanguins des auteurs, d'où elle passe dans les canaux tentaculaires. Ce n'est pas du sang qui circule dans les canaux, c'est de l'eau. Aussi avions-nous attribué à l'appareil qu'ils constituent le nom d'appareil d'irrigation. Nous prenions ainsi une position intermédiaire entre celle de Teuscher d'une part, celle de Greff et de Ludwig de l'autre :

Cette position n'était pas encore tout à fait correcte. La découverte de terminaisons libres des tubes hydrophores dont le caractère est indiscutable, l'étude de nombreuses séries complètes de coupes, m'ont aujourd'hui démontré : 1° que si quelques entonnoirs vibratiles s'ouvrent (ce qui n'est pas absolument certain) dans les canaux du plexus génito-labial, la plupart conduisent l'eau soit dans les interstices du plexus génito-labial, soit dans les cavités sous-tentaculaire et génitale des bras ; 2° que les tubes hydrophores s'ouvrent librement entre les canaux du plexus labial et non dans leur intérieur, de sorte qu'il n'y a pas continuité entre le système des canaux interviscéraux et le système des canaux tentaculaires. Je suis donc arrivé à me rapprocher davantage de ce qu'ont dit Ludwig et Herbert Carpenter, mais ni l'un ni l'autre n'ont exactement figuré chez l'*Antedon rosacea*, la terminaison des tubes hydrophores ; ni l'un ni l'autre n'ont indiqué que le cours de l'eau était régulièrement déterminé par l'orientation spéciale des entonnoirs vibratiles et des longs canaux qui leur font suite. Cette orientation et ces longs canaux qui m'avaient d'abord conduit à une interprétation différente de la leur paraissent leur être demeurés totalement inconnus chez les Comatules.

D'autre part et c'est là un point important, le rôle que nous avons attribué à l'eau dans la distribution des aliments et de l'oxygène à toutes les parties du corps des Comatules demeure exactement le même. Les matières digérées s'accumulent dans le plexus génito-labial et les canaux interviscéraux, qui forment ainsi un système de *canaux absorbants* où elles demeurent en réserve; elles ne sont directement portées qu'aux glandes génitales qui paraissent bien décidément greffées, chez l'animal adulte, sur les canaux du plexus génito-labial. L'eau amenée régulièrement par les

pavillons vibratiles coule à la surface de ces canaux, se charge de substances nutritives et coule ensuite dans les diverses cavités des cirrhes et des bras qui n'ont pas de communication directe avec les canaux absorbants. Ceux-ci se ramifient exclusivement dans le disque ; les canaux radiaux admis par Greeff, Teuscher, Ludwig, H. Carpenter ne sont peut-être qu'un accident habituel de préparation. En raison de la limitation de leur distribution les prétendus vaisseaux sanguins ne sauraient être considérés comme un appareil circulatoire, alors même que les tubes génitaux communiqueraient avec eux. C'est l'eau amenée du dehors et non le contenu coagulable des prétendus vaisseaux qui circule dans tout le corps. Il importe peu au point de vue physiologique que l'eau vienne laver directement les parois de l'intestin ou celles des canaux qui naissent de la membrane péritonéale. Le fait remarquable c'est qu'elle ne se comporte pas ici comme un simple véhicule de l'oxygène, ainsi qu'on l'admettait généralement, c'est qu'elle soit aussi le véhicule des matières alimentaires et que sa circulation soit nettement régularisée.

Au point de vue anatomique, il y a lieu en somme de distinguer chez les Comatules, trois systèmes de canaux :

1° Le *système absorbant*, comprenant le plexus génito-labial et les canaux interviscéraux ;

2° Le *système ambulacraire*, comprenant l'anneau péribuccal, les tubes hydrophores, les canaux tentaculaires et les tentaculaires ;

3° Le *système irrigateur*, comprenant la grande majorité des entonnoirs vibratiles, les tubes hydrophores, l'appareil ambulacraire, le système des cavités aréolaires de lacavité générale, l'organe cloisonné, les cavités des bras et des cirrhes.

Il est probable que le système absorbant est en connexion directe, chez la Comatule adulte, avec le stolon et les tubes génitaux ; le système ambulacraire est d'autre part en continuité, grâce à ses tubes hydrophores, avec le système irrigateur ; il est séparé à l'état adulte du système absorbant. Mais comme les tubes hydrophores s'ouvrent dans le sac d'enveloppe du plexus labial, que ce sac et le plexus ont la même origine, on voit qu'au point de vue morphologique la séparation entre le système ambulacraire et le système absorbant n'a pas une grande importance.

XVI

L'APPAREIL GÉNITAL.

Stolon génital. — La figure 112 de la planche XII donne l'aspect général du stolon génital d'une Comatule adulte. Dans sa partie inférieure, contenue dans la chambre centrale de l'organe cloisonné, il est formé de cordons cellulaires qui s'élèvent d'abord accolés les uns aux autres, mais peuvent aussi se séparer plus ou moins pour se réunir de nouveau comme on le voit au bas de la figure à laquelle nous venons de renvoyer(1). Formé de cellules granuleuses, cylindriques, allongées perpendiculairement à l'axe du cordon, identiques à celle que représente la figure 159 de la planche XX, chaque cordon est d'abord plein; mais déjà dans la partie inférieure du stolon où les cordons s'isolent momentanément les uns des autres, une cavité apparaît dans leur intérieur, en même temps que leurs parois se bossellent et se contournent de toutes façons. Une coupe qui intéresse la totalité du stolon semble dès lors formée dans la plus grande partie de sa longueur d'une double file de diverticules oblongs, à axe transversal, irrégulièrement disposés de chaque côté d'un axe médian.

Ce sont quelques coupes de ces diverticules pris dans la partie supérieure du stolon qui ont été représentées planche XX, figure 159. On voit que partout le stolon et ses diverticules sont extérieurement revêtus d'une fine membrane nucléée. En raison du mode de constitution dont nous venons de parler, le stolon peut être considéré comme divisé longitudinalement en un certain nombre de stolons secondaires. Arrivés à une certaine hauteur, ces stolons secondaires peuvent s'isoler et former autant de lobes dont les uns finissent brusquement tandis que d'autres se prolongent en cordons formés de cellules plus petites et qui tendent à s'arrondir. Ces cordons deviennent creux, et se raccordent certainement avec les rachis génitaux, comme le montre l'étude des jeunes individus. Certaines

(1) Dans cette figure la partie inférieure du stolon semble se confondre avec le revêtement nerveux de l'organe cloisonné; mais c'est là une apparence due simplement à l'obliquité de la coupe. Dans le schéma de la pl. XX et dans la figure 39 de la pl. 4 du t. IX de ce Recueil, les rapports réels sont représentés, la coupe étant ici axiale.

préparations semblent indiquer, nous l'avons vu, qu'il se continuent aussi avec quelques-uns des canaux du plexus génital (t. IX, pl. 19, fig. 154, *gk*).

Quoi qu'il en soit, on remarquera les différences profondes qui séparent au point de vue de la structure le stolon génital proprement dit, du plexus qui l'entoure au moins dans sa partie supérieure. L'axe même du stolon ne présente qu'une cavité à peine visible; les cavités de ses diverticules sont manifestement de simples écartements destinés à permettre aux éléments anatomiques de se grouper en grand nombre sous un faible volume. Ces éléments sont de grandes cellules cylindriques granuleuses à noyau peu apparent. Il n'y a dans cet organe que nous avons suivi à toutes les époques de son développement, rien qui rappelle la disposition générale d'un plexus de canaux; les parois à grandes cellules de ses diverticules n'ont absolument rien de la structure des nombreux canaux qui ont été désignés chez les Échinodermes ou même chez les Comatules sous le nom de vaisseaux, et cette structure histologique bien que modifiée dans la partie supérieure du stolon, tranche singulièrement avec celle du plexus génito-labial formé, lui, de véritables canaux courant dans le même sens, à parois minces formées de deux membranes délicates dont les seuls éléments distincts sont les petits noyaux saillants disséminés à leur surface. Alors même que certains canaux du plexus ne seraient que les prolongements de quelques lobes du stolon, plexus et stolon n'en resteraient pas moins deux organes parfaitement distincts par leur structure, par leurs fonctions et dans une certaine mesure par leur origine, puisque leur union ne peut guère être qu'un phénomène tardif de soudure.

Il est d'ailleurs essentiel de ne pas oublier que le stolon génital et les canaux constituant les divers plexus que nous avons décrits, ne sont les uns et les autres que des produits de différenciation de la membrane péritonéale, dont les éléments sont, au moins sur certains points, doués d'une grande activité de prolifération et constituent par leur groupement, soit des trabécules membraneux, soit des canaux, soit des corps plastidogènes, soit enfin des glandes génitales. Le stolon génital est, en somme, le foyer le plus précocement différencié, le plus actif, de cette prolifération; et c'est

en ce sens seulement que l'on peut considérer comme d'une origine différente les organes qui en proviennent et les autres produits de différenciation de la membrane péritonéale. Le stolon génital ne perd jamais complètement ses rapports génétiques avec cette membrane; il est continu dans la région péribuccale avec la partie de la membrane qui produit le plexus labial; il n'est pas étonnant que quelques-uns de ses diverticules puissent se transformer en canaux continus avec ceux du plexus. Ces considérations doivent être appliquées à ce qu'on appelle l'appareil circulatoire des Oursins et montrent combien on était loin de vérité quand on cherchait dans le corps plastidogène ou glande ovoïde de ces animaux, des réseaux circulatoires analogues à ceux des animaux supérieurs.

La figure 112 de la planche XX donne une idée suffisante de la disposition des membranes conjonctives autour du stolon génital, pour nous dispenser de les décrire plus en détail. Il est cependant nécessaire d'ajouter que ces membranes se relient en partie au sac viscéral, en partie à la face supérieure du plancher supérieur de l'anneau basilaire, et que l'enveloppe la plus externe du stolon est en continuité elle-même avec les parois des chambres de l'organe cloisonné et la cloison médiane de la cavité interne de chaque cirrhe; que d'autre part ces membranes viennent se rattacher finalement à l'épaisse formation de tissu conjonctif qui entoure l'œsophage enveloppe le plexus labial, aux canaux desquels il fournit des gaines, et que nous avons appelé le sac périœsophagien (pl. 15, fig. 124, *sl*). Les parois de ce sac se relient elles-mêmes sur tout son pourtour à la partie externe du sac viscéral. Ces rapports ont une importance qui apparaîtra un peu plus tard.

Une partie de la plaque centro-dorsale, et les premières radiales forment autour du stolon génital un entonnoir assez profond occupé par des trabécules de tissu conjonctif. Cet entonnoir est particulièrement remarquable chez l'*Antedon phalangium* où il constitue plutôt un long tube aux parois duquel le stolon génital est relié par d'innombrables trabécules membraneuses formant un tissu aréolé à mailles lâches. Ces aréoles communiquent, bien entendu, avec la cavité générale et les trabécules nombreuses qui les limitent se continuent elles-mêmes en partie avec les enveloppes du stolon génital, en partie avec le sac viscéral. On sait que chez les jeunes *Antedon*, le stolon génital est continué à travers la pièce centro-dorsale

par un pinceau de fibres qui s'étend jusqu'à la surface externe de la plaque. Cette disposition n'est pas toujours persistante. Dans leur *Traité d'anatomie comparée pratique*, MM. Carl Vogt et Eug. Yung représentent dans l'épaisseur de la plaque centro-dorsale une vaste lacune (1), qui en occupe presque toute la région centrale et qui résulte de la résorption des tissus constituant d'abord cette région. Cette résorption est fréquente, et quand elle a eu lieu ou qu'elle se prépare, on ne peut suivre la continuation du stolon génital au delà de l'organe cloisonné. Le stolon génital paraît dès lors s'arrêter au niveau des planchers horizontaux de l'organe cloisonné qui correspondent à la naissance des cirrhes, ainsi que je l'ai indiqué dans l'une des communications préliminaires que j'ai faites à l'Académie des sciences au cours de mes recherches (2). Cette modification dans le mode de terminaison du stolon génital se produit à un âge plus ou moins avancé, par simple rétrogradation. M. Herbert Carpenter a cru à tort me mettre en contradiction avec moi-même en citant (3) à la suite l'une de l'autre les descriptions que j'ai données de deux modes de terminaison du stolon qui sont relatives à des âges différents de l'animal.

Chez de jeunes Comatules telles que celles dont l'organe cloisonné est représenté dans la figure 39 de la planche IV de ce mémoire, le stolon génital se termine « bien en un tube conique qui pénètre en s'amincissant toujours dans l'axe de l'organe cloisonné » et se continue par un faisceau fibreux à travers la plaque centro-dorsale jusqu'à la surface externe de celle-ci ; mais il est bien clair que lorsque dans toute la partie centrale de la plaque centro-dorsale le tissu calcifère et les tissus qui le traversent sont remplacés par une lacune, le stolon génital ne peut plus parcourir dans toute son épaisseur la plaque centro-dorsale ; son mode de terminaison est changé parce que sa partie inférieure est supprimée, et comme la résorption de cette partie peut s'étendre plus ou moins haut, le stolon génital paraît dès lors s'arrêter au niveau des planchers des cirrhes ; il est possible d'ailleurs qu'il y ait à cet égard d'assez nombreuses différences individuelles.

(1) Voir dans cet ouvrage les figures 267, p. 526 et 276, p. 550. La lacune est marquée *f*, dans la première de ces figures, *c*, dans la seconde.

(2) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XCVII, p. 188.

(3) Zoology of the voyage of Challenger. Report on the Crinoids, p. 104.

Des différences peuvent aussi se présenter quant aux dimensions de la lacune centro-dorsale, chez l'*Antedon rosacea;* mais nous l'avons toujours constatée chez les exemplaires d'*Antedon phalangium* au travers desquels nous avons fait des coupes. Là les contours de la lacune se régularisent; elle est presque exactement sphérique sauf dans sa partie supérieure, avoisinant la face interne de la plaque centro-dorsale, où elle s'aplatit un peu. Elle occupe la plus grande partie de la plaque centro-dorsale qui chez l'*Antedon phalangium* présente, comme on sait, une hauteur et une forme conique si exceptionnelles, qu'on a considéré quelquefois la singulière éminence que forme cette plaque comme un rudiment de tige.

MM. Carl Vogt et Eug. Yung considèrent la lacune de la plaque centro-dorsale comme appartenant au même système de cavités que les cinq chambres de l'organe cloisonné (1). Mais cette lacune résultant d'une simple résorption de tissus âgés, comme il s'en produit assez souvent même dans les articles des bras, n'est pas constante chez l'*Antedon rosacea;* elle a un tout autre mode de formation que les chambres de l'organe cloisonné; nous ne l'avons jamais vue entrer en rapport avec ces chambres; nous la croyons donc dépourvue de toute importance morphologique et elle ne nous semble pas, en particulier, pouvoir être rapportée au même système de formations que les chambres si remarquables et si constantes de l'organe cloisonné.

Dans un article publié en janvier 1887 par les *Annals and magazine of natural history* (2), M. Herbert Carpenter a vivement critiqué le sens donné à ces mots « organe cloisonné » par MM. Vogt et Yung, et il joint à cette critique d'autres critiques dans lesquelles nous sommes quelquefois associé aux savants génevois, nous y répondrons en peu de mots. M. H. Carpenter reproche à M. Vogt d'avoir figuré les Comatules la bouche en bas comme les Étoiles de mer; c'était cependant le seul moyen de rendre possible leur comparaison avec ces Échinodermes, de même tous les malacologistes représentent les Lamellibranches, les siphons tournés vers le bas, de même M. de Lacaze-Duthiers a adopté ce mode de représentation pour les Ascidies.

(1) C. Vogt et E. Yung, Traité d'anatomie comparée pratique, p. 526, explication de la figure 267 et page 550, explication de la figure 276.

(2) H. Carpenter, *Morphology of Antedon rosacea*. Annals and magazine of natural history. January, 1887, p. 37.

Ailleurs, M. Herbert Carpenter prend la peine de démontrer que MM. Vogt et Yung ont eu tort d'écrire « phase pentacrinoïde (Perrier) », comme si j'avais inventé cette expression ; je la revendique si peu que je l'ai remplacée par celle de *phase phytocrinoïde* dont je me suis exclusivement servi dans ce mémoire ; mais il est évident que MM. Vogt et Yung, en accolant mon nom au mot phase pentacrinoïde, ont simplement voulu dire *la phase pentacrinoïde, au sens où M. Perrier entend cette expression*. Or cela est indispensable pour la clarté du texte, puisque dans mes notes préliminaires j'ai employé les mots phase pentacrinoïde dans un sens plus restreint que mes prédécesseurs, et pour désigner une phase qui succède à une première phase d'abord confondue avec elle, la phase cystidéenne. Dans sa note intitulée : *On the oral and apical system's of the Echinoderme*, publiée par le *Quarterly Journal of microscopical science* (new ser., vol. XVIII, pages 351 et suivantes), M. Herbert Carpenter figure à la page 352 de ce recueil un *calice de larve pentacrinoïde d'Antedon rosacea* qui est justement, suivant la nomenclature que j'ai suivie dans mon mémoire, un *calice de larve cystidéenne d'Antedon rosacea*.

Puis arrive le reproche à MM. Carl Vogt et Eug. Yung de persister à employer « comme M. Perrier » le mot *Antedon* au masculin. M. H. Carpenter reconnaît cependant par une note au bas de la page que depuis 1884 j'ai reconnu à la nymphe *Antedon*, patronne des Comatules, son sexe féminin. Je dois cette rectification à M. Carus qui avait bien voulu appeler mon attention sur ce point dans une lettre particulière ; mais M. Herbert Carpenter aurait dû rappeler que c'est son illustre père qui a popularisé le nom d'*Antedon rosaceus*, dont il s'est servi lui-même jusqu'en 1878.

M. Herbert Carpenter affirme que « l'homologie des basales et des radiales des Crinoïdes avec les plaques génitales et oculaires des Échinides est maintenant universellement admise. » Il a, en effet, après une laborieuse discussion, conclu à cette opinion ; mais comme il admet d'autre part que « le plexus labial des Comatules peut représenter l'anneau aboral des Échinozoaires (1) », il semble que la lumière sur ce point ne soit pas encore complètement faite. Au point de vue pédagogique, en s'abstenant de se pro-

(1) H. Carpenter, Report on the crinoidea, p. 105.

noncer sur les homologies du périprocte des Oursins et des pièces calicinales des Crinoïdes, les naturalistes de Genève ont été, ce nous semble, fort sages. Je suis surpris, d'autre part, que M. Herbert Carpenter parle encore des *plaques oculaires* des Oursins, alors qu'il est au moins fort contesté depuis dix ans que les Oursins possèdent réellement des yeux autour de l'anus.

MM. Vogt et Yung sont ensuite pris à partie à propos de la *rosette*. Une de leurs phrases relative aux rapports de la rosette et de la plaque centro-dorsale durant la phase phytocrinoïde pourrait, en effet, à la rigueur, prêter à une interprétation inexacte; mais dans cette phrase, le mot français *rosette* est évidemment employé dans son sens usuel, et non dans le sens que lui a donné William Carpenter. M. Herbert Carpenter s'élève encore contre le sens donné par MM. Vogt et Yung aux mots *organe cloisonné*. MM. Vogt et Yung considèrent les cinq chambres entourées par la coupe nerveuse comme faisant partie d'un système complexe de cavités dépendant de la cavité générale et transportent à ce système de cavités le nom d'*organe cloisonné*, nom qui devient inutile, qui est *impropre* si toutes ces cavités communiquent avec la cavité générale, comme le croient MM. Vogt et Yung, puisqu'il implique que ces diverticules de la cavité générale constituent un organe défini. Étant donné leur point de vue, la critique des savants genévois serait parfaitement fondée; j'ai déjà dit que je croyais ce point de vue inexact, et toutes mes communications, tous mes dessins publiés avant la fin de 1886 témoignent que, loin d'étendre la signification des mots *organes cloisonnés*, je l'ai toujours, au contraire, strictement restreinte aux cinq chambres qu'enveloppe la coupe nerveuse. Cependant M. Herbert Carpenter écrit :

« MM. Vogt et Yung ne nomment pas les auteurs qui ont employé l'expression « organe cloisonné » dans ce sens très impropre, mais ce n'est certainement ni le Dr Carpenter, ni Ludwig, ni Marshall, ni Greeff, ni Teuscher, ni Jickeli, ni moi; et, à l'exception du professeur Perrier, je ne connais pas d'autre auteur original s'étant occupé de la morphologie des Crinoïdes qui ait usé de l'expression *organe cloisonné*. » On conclura de cette phrase où je suis isolé, que je suis le coupable. Le passage que je viens de citer est au bas de la page 35 de la note de l'écrivain anglais; au haut de la même page il a heureusement pour moi placé un renvoi pour dire en note : « Autant que je puisse comprendre les notes préliminaires

de Perrier, il emploie l'expression *organe cloisonné* dans son sens original et pas du tout dans celui qui lui est donné par Müller, Vogt et Yung. » C'est l'exacte vérité.

J'ai donné aussi les raisons qui m'ont conduit à interpréter autrement que Ludwig et Herbert Carpenter les prétendus vaisseaux nervien et génital; il n'y a là du reste entre ces auteurs, M. Carl Vogt et moi qu'une différence d'interprétation de faits que nous avons tous constatés de la même façon, mais dont je crois que MM. Ludwig et Herbert Carpenter ont exagéré l'importance morphologique. Je ne puis enfin laisser passer sans le relever, en terminant cette réponse, le passage suivant relatif à la structure et au rôle des syzygies : « Les auteurs semblent avoir conservé quelque doute relativement à la véritable nature des fibres qui unissent les pièces d'une syzygie; car tandis que dans les explications des figures 279, 280 ils décrivent ces fibres comme les *ligaments de la syzygie*, ils disent à la page suivante que ce tissu fibreux est apparemment élastique ou musculaire; mais au bas de la même page, ils en parlent définitivement comme de *fibres très fines du tissu élastique qui sont isolées et ne se réunissent pas en faisceaux comme celles des muscles*. Leur façon indécise de parler de ces fibres est un point de considérable intérêt, car Perrier (que les auteurs suisses suivent, en général, pour l'ensemble et les détails) les a décrites comme formant un muscle puissant par lequel l'eau est expulsée des canaux brachiaux à travers les pores de la périphérie de la syzygie. Les auteurs suisses dans ce cas ne se servent plus d'expressions telles que « les recherches de M. Edm. Perrier ont complètement élucidé cette question »; mais ils se bornent à une citation de l'exposé fait par Perrier de sa théorie sans expressions confirmatives de leur part. J'ai déjà donné les raisons pour lesquelles je n'accepte pas cette théorie, et je suis par conséquent très heureux de trouver que des admirateurs aussi ardents des recherches du professeur Perrier que MM. Vogt et Yung, se soient en même temps abstenus d'exprimer leur opinion à cet égard. » Sans insister sur la forme de cette critique, je dirai que M. Carpenter se serait moins étonné de l'indécision dans laquelle sont restés MM. Vogt et Yung relativement à la nature des fibres d'union des syzygies, s'il avait fixé son attention sur le passage de la page 581 du *Traité d'anatomie comparée pratique*. Ce pas-

sage est relatif aux tissus conjonctif et musculaire des Astérides : « Nous avouons, disent les auteurs que malgré les travaux de nos devanciers et surtout de M. Hamann, nous ne saurions établir une limite tranchée entre ces tissus. » Comme, à propos des téguments MM. Vogt et Yung ont déjà dit à la page 576 : « L'organisation de ces parties est en tout point semblable à ce que nous avons rencontré chez la Comatule », il ne peut guère rester de doute sur la raison de leur indécision. Pour eux, les conformations décrites sous le nom de muscles, de ligaments, de tissu élastique, sont des conformations dérivées du tissu réticulé dont les unes ont conservé le caractère primitif tandis que les autres se sont rapprochées davantage de la fibre musculaire proprement dite, sans doute en raison du développement de leur contractilité. Il n'y a aucune contradiction entre l'expression de *ligament* et celle de *tissu élastique*, employées par MM. Vogt et Yung; ces savants déclarent, d'autre part, ne pas voir comment différencier le *tissu musculaire* et le *tissu élastique;* il n'y a donc rien d'étonnant dans l'emploi qu'ils font de ces expressions. En fait, c'est arbitrairement, que l'on distingue dans les articulations des Comatules des muscles et des ligaments.

En disant que MM. Vogt et Yung me suivent pour l'ensemble et les détails, je ne pense pas d'ailleurs que mon éminent collègue d'Eton ait voulu laisser supposer que les anatomistes génevois n'ont rien vu par eux-mêmes. Cette insinuation serait dépourvue de tout fondement. Il est vrai que M. Carl Vogt m'a fait l'insigne honneur de venir travailler à mon laboratoire, lors d'un de ses voyages à Paris. Il avait travaillé l'été précédent les Comatules au laboratoire de Naples; il apportait ses préparations, ses dessins, et si j'ai bonne mémoire, une partie au moins du manuscrit de sa monographie de l'*Antedon rosacea;* son travail était donc terminé. Il a passé plus de huit jours à confronter ses préparations avec les miennes, à discuter une à une toutes les pièces que je lui ai montrées, à examiner mes dessins, et c'est à la suite de ce long et minutieux travail de comparaison que nous sommes arrivés à une entente commune et que sa monographie a reçu la forme sous laquelle elle a été publiée. Les difficultés du sujet étaient d'ailleurs telles que malgré la confiance que pouvait me donner l'assentiment d'un savant tel que M. Vogt, elles ne me semblaient pas toutes suffisamment éclaircies; c'est pourquoi j'ai continué mes recherches et j'ai dû effectivement encore,

sur certains points assez importants, modifier en présence de documents nouveaux et irrécusables, l'opinion à laquelle nous nous étions arrêtés ensemble. Loin de me suivre, M. Vogt m'a opposé objections sur objections, si bien qu'il m'a laissé sur les points que j'ai dû corriger, moins convaincu de la netteté de mes résultats qu'il ne l'était lui-même. En rappelant la citation que font MM. Vogt et Yung de l'opinion que j'ai émise relativement au rôle des syzygies, M. Herbert Carpenter me fait décrire comme des muscles puissants les fines fibrilles que contiennent les rayons des syzygies; le passage cité (1) parle, en effet, de muscles puissants, mais dans les termes que voici : « L'orifice de communication entre ces poches et le canal dorsal de Ludwig peut se fermer, et *les canaux des bras sont entourés* dans cette région *de muscles puissants*, propres à les contracter, qu'on ne voit pas ailleurs. » M. Herbert Carpenter confond ici les fibres situées dans la partie calcifère des bras avec les fibres situées autour des canaux pratiqués dans leurs parties molles que nous avons décrits page 12 de ce volume.

Glandes génitales. — Nous connaissons l'origine des rachis génitaux; nous savons qu'à l'état adulte, ils se rattachent au stolon génital dans le calice, mais que, si ce stolon fournit réellement à un certain moment des canaux qui s'anastomosent avec ceux du plexus labial, point dont l'éclaircissement ne peut être obtenu que du hasard d'une heureuse préparation, il est possible que ces rachis ou plutôt ces tubes génitaux, entrent par cela même en rapport avec le système des canaux de ce plexus, continu à son tour avec le système des canaux absorbants. Ce point de morphologie n'a du reste, rien d'invraisemblable, comme nous l'avons dit, puisque le stolon génital et tout le système des canaux absorbants et du plexus génito-labial, ne sont que des dépendances du revêtement péritonéal du tube digestif et des parois du corps.

Dans les bras adultes, le rachis génital est un tube à large cavité dont les parois sont formées de cellules ovoïdes, de taille irrégulière (2) faisant hernie aussi bien sur la paroi externe du rachis que dans sa cavité où l'on en trouve presque toujours quelques-unes de libres. Ce tube est relié par de fines trabécules aux parois de la cavité génitale. Il peut ne contenir à pro-

(1) C. Vogt et Yung, *Traité d'anatomie comparée pratique*, p. 561.
(2) Planche 17, fig. 143, *rg*.

son intérieur que des éléments épars; mais il est également assez fréquent que ces éléments en voie de multiplication demeurent associés en un véritable cordon plein, contenu dans le canal. La coupe du canal est une ellipse assez aplatie; le cordon a d'ordinaire un diamètre égal à la longueur du petit axe de l'ellipse. C'est probablement un état analogue quoique encore un peu plus simple que celui représenté par Ludwig pour l'*Antedon Eschrichti*, dans la figure 13 de la planche XIII de son travail. Il suit de là que, suivant le degré de maturité des glandes sexuelles, le rachis génital peut, dans les bras, présenter des structures diverses. Je l'ai trouvé sous forme d'un tube vide chez une *Antedon rosacea* mâle, à l'état de complète maturité, ses testicules étant gonflés de spermatozoïdes mûrs. Mais, même dans ce cas, le rachis, en pénétrant dans les pinnules, a une structure plus complexe, et le tube génital, conformé comme d'habitude et relié aux parois de la cavité génitale par de nombreuses trabécules de forme irrégulière, contient un cordon cellulaire plein, formé de cellules arrondies, à très petit nucléole qui, au voisinage du testicule proprement dit, se séparent avec une extrême facilité les unes des autres. Aussi, outre le cordon, le tube génital contient-il un assez grand nombre d'éléments libres.

Le cordon plein que nous décrivons ici, est exactement identique à ce que M. Carl Vogt appelle l'*épaississement prolifère* (1), et la considération de cet épaississement nous paraît de nature à faire disparaître le désaccord que M. Vogt signale entre ses observations et celles de Ludwig. Le tube génital interne figuré par Ludwig, ne serait-il pas un épaississement prolifère, très développé et le vaisseau génital un simple tube génital? Cela paraît bien probable d'après l'examen des figures mêmes de Ludwig.

En arrivant dans la pinnule, le tube génital se dilate brusquement. Chez l'*Antedon rosacea* mâle, il se transforme en une fine membrane qui enveloppe entièrement le testicule, et à la face externe de laquelle est accolée une couche unique de fibres musculaires plates, se colorant en rose sous l'action de l'éosine, parallèles entre elles, disposées en anneaux transversaux autour du testicule (2). Au-dessous de cette enveloppe s'en trouve une autre plus fine encore, qui semble être le résultat de l'épa-

(1) Carl Vogt et Eug. Yung, *Traité pratique d'Anatomie comparée*, p. 562, fig. 282, g^2 et p. 563.
(2) Planche 13, fig. 119, $\frac{z}{z}$.

nouissement du cordon plein. Cette seconde enveloppe n'est bien visible que dans la région d'insertion du rachis sur le testicule ; plus loin les deux membranes se rapprochent et se confondent presque ; il est cependant possible de les distinguer à un grossissement suffisant sur toute la surface du testicule. L'organe lui-même est compris, comme le rachis, entre le plancher de la cavité sous-tentaculaire qui est simple dans les pinnules, et le plafond de la cavité dorsale. Ces deux membranes ont moins d'épaisseur, et contiennent presque toujours une quantité assez considérable de pigment.

Le testicule lui-même est formé d'un grand nombre de colonnes de cellules, colonnes cylindriques ou légèrement renflées en massue, et dont la base (1) est presque exactement circulaire. Ces colonnes résultent d'une invagination en doigt de gant de l'épithélium testiculaire ; elles sont donc creuses, mais leur cavité est extrêmement petite par rapport à leur diamètre. Leur base dessine sur la surface du testicule une série de rosettes du plus élégant effet. Dans les coupes qui intéressent les deux sommets du grand axe de l'ellipsoïde assez régulier formé par le testicule, il existe, outre ces rosettes, des cellules disposées en doubles bandes s'unissant elles-mêmes de manière à dessiner une mosaïque assez régulière. Le diamètre de ces rosettes est de 20 à 30 μ. Dans une Comatule dont les pinnules sont déjà très gonflées de spermatozoïdes, un grand nombre de ces colonnes sont nettement terminées et composées de cellules sphériques, égales entre elles et très lâchement attachées les unes aux autres. Les colonnes ont jusqu'à 50 μ de longueur et leurs cellules basilaires 2 μ. Mais les colonnes ont une longueur variable dans le même testicule, elles sont courtes, lorsque l'organe est empli de spermatozoïdes mûrs ; leurs éléments sont plus distants les uns des autres, et l'on trouve parmi eux, vers le sommet des colonnes, des éléments à peine plus gros que les spermatozoïdes et disposés en petits groupes comme s'ils résultaient de la division d'un même élément. D'autre part, il n'existe pas à proprement parler d'intermédiaire entre les dimensions des spermatozoïdes et celles des cellules des colonnes que l'on voit s'égrener, en quelque sorte, à me-

(1) Planche 13, fig. 119, r.

sure que les spermatozoïdes se forment. Il n'en serait pas autrement si les spermatozoïdes résultaient d'une multiplication par division des cellules des colonnes. Ces éléments ne se séparent pas complètement des colonnes durant leur développement. Leurs têtes demeurent unies en longues files qui font suite aux colonnes et qui sont séparées les unes des autres par les faisceaux formés par les queues qu'ils supportent. A la maturité tous les éléments spermatiques tombent dans la région centrale de l'organe, où ils s'accumulent en attendant le moment de leur expulsion.

Je n'ai observé aucune différence entre les rachis génitaux des bras mâles et ceux des bras femelles. Le passage des rachis aux ovaires proprement dits se fait comme le passage aux testicules; mais l'enveloppe externe des ovaires a une structure toute différente de celle des testicules. Au lieu de fibres parallèles disposées en anneau qui distinguent cette dernière, l'enveloppe des ovaires ne présente plus que des fibres très irrégulièrement entrecroisées et bien moins larges que celles des testicules.

Comme le testicule, l'ovaire est suspendu par de nombreuses trabécules dans la cavité de la pinnule. Mais ces trabécules peuvent aussi manquer comme dans la coupe représentée figure 156.

L'épithélium producteur des œufs se dispose d'abord en un *anneau* épais (1), dans lequel un certain nombre d'éléments ω, ω' prennent rapidement l'avance sur les autres et finissent par constituer les œufs. Parmi les éléments restants, il en est qui demeurent d'abord groupés autour de ceux qui continuent leur développement et leur constituent une sorte de follicule (2); d'autres se disposent au contraire en colonnes courtes et épaisses, ébauchant ainsi la disposition qui est réalisée d'une manière si régulière dans les testicules.

Ces colonnes diffèrent cependant des colonnes testiculaires en ce qu'elles sont recouvertes d'une mince membrane nucléée qui maintient d'abord tous les éléments en place ; cependant ils finissent par devenir libres dans l'ovaire où, comme le montre la figure 158, on les trouve avec les formes les plus variées, de sorte qu'il n'est guère douteux que les éléments puissent se déplacer dans l'ovaire en y effectuant des

(1) Planche 19, fig. 156, *cg*.
(2) Planche 19, fig. 157, *z*.

mouvements amiboïdes. Les œufs dépassent dans l'ovaire 50 μ de diamètre. Assez fréquemment leur tache germinative (34 μ) contient un nucléole arrondi très réfringent (8 μ) et quelques autres granules épars.

Nature morphologique des organes génitaux. — Quelle signification faut-il attribuer à tout cet ensemble de parties? Nous avons donné le nom de *stolon génital* à l'organe de formation si précoce d'où naissent les rachis génitaux qui, partant du disque, pénètrent peu à peu dans les bras et dans les pinnules, *après la formation de ces parties du corps*. Nous avons fait remarquer que les bras et les pinnules étant le résultat d'un véritable bourgeonnement sur les parois du calice de la larve cystidéenne, on pouvait, en se servant de la terminologie actuellement en usage, les considérer comme autant d'individus nés sur un individu central, et auxquels ce dernier, suivant les lois ordinaires du bourgeonnement, aurait fourni une glande génitale issue de la sienne propre. Cette dernière aurait perdu la faculté de produire des éléments fertiles, faculté qui se serait, par une division du travail dont les exemples sont fréquents, localisée dans les pinnules, devenues de la sorte les individus ou, si l'on aime mieux, les *rameaux reproducteurs*. Les Comatules présenteraient ainsi un mode de constitution du corps analogue à celui qu'on observe chez les Méduses, les glandes génitales contenues dans les pinnules seraient avec le stolon génital dans le même rapport que l'œuf des Salpes agrégées avec l'ovaire de la Salpe solitaire d'où elles proviennent, que l'ovaire des divers individus d'un Pyrosome avec celui des premiers individus de la colonnie.

Dans son *Traité pratique d'anatomie comparée* (1), après avoir confirmé l'exactitude de nos résultats d'après l'examen de nos propres préparations, M. Carl Vogt ajoute : « Tels sont les faits que nous avons constatés. Nous devons faire des réserves quant à la signification que M. Perrier leur donne. Il considère l'organe dorsal comme le stolon d'un individu central stérile qui ne deviendrait fertile que dans les pinnules des bras, considérés comme individus prolifères. Il nous semble qu'il n'y aurait rien d'insolite dans une autre manière de voir qui consisterait à considérer les produits

(1) Page 369.

génésiques des Comatules comme se formant à l'intérieur des canaux vasculaires, lesquels se trouvent en relation directe avec l'organe dorsal comme centre d'une spécialisation particulière du système vasculaire. Ce qui est indiscutable à notre avis, c'est la communication immédiate des tubes génitaux naissants avec l'organe dorsal par l'intermédiaire d'un court tube vasculaire ».

A laquelle de ces deux interprétations faut-il s'arrêter ? Pour M. Vogt les éléments génitaux se formeraient, en somme, dans des vaisseaux. L'organe dorsal ne serait lui-même que le résultat d'une spécialisation particulière de l'appareil vasculaire. C'est une extension de l'opinion émise par Hoffmann que les produits génitaux des Étoiles de mer sont éliminés par l'intermédiaire des vaisseaux. Pour apprécier la signification de ces propositions, il est au préalable nécessaire de s'entendre sur la nature des organes qu'on appelle vaisseaux chez les Échinodermes ou tout au moins chez les Étoiles de mer et les Comatules.

Il existe, chez les Étoiles de mer, trois systèmes de cavités et d'organes dans lesquels circule ou séjourne de l'eau de mer pure plus ou moins mélangée de produits organiques ; ce sont :

1° Le système des canaux ambulacraires ;

2° Le système des lacunes d'irrigation ;

3° Le système des canaux génitaux.

Le premier système comprend le *canal hydrophore*, s'ouvrant à l'extérieur par l'intermédiaire du crible madréporique ; l'*anneau ambulacraire* buccal et ses annexes ; les *canaux ambulacraires* radiaux ; les *vésicules* et les *tubes ambulacraires*.

Le deuxième système est constitué de la manière suivante :

Un large tube conique, le canal sacciforme (1) qui enveloppe le tube hydrophore à partir de la plaque madréporique, le dépasse par en bas où il s'ouvre dans un espace annulaire contenu dans la lèvre circulaire de l'animal, qu'on peut nommer l'*anneau labial*. Dans l'anneau labial viennent s'aboucher les *cavités sous-ambulacraires*, extérieurement limitées par le repli angulaire saillant du tégument de la gouttière ambulacraire. Les

(1) Le « Schlauchformiger Kanal » des auteurs allemands.

cavités sous-ambulacraires communiquent avec la cavité générale par autant de fins canaux qu'il y a de pièces ambulacraires (1). La cavité du tube hydrophore communique certainement dans certains cas (*Asterias spirabilis*, *Cribrella oculata*) avec celle du sac par un orifice latéral sous la plaque madréporique (2), et au niveau de l'anneau labial (3).

Le troisième système comprend des organes de structure fort diverse. Dans l'intérieur du canal sacciforme, rattaché à ses parois par un repli membraneux se trouve un organe fibro-cellulaire, l'*organe plastidogène*, qui s'étend du tégument dorsal dans lequel il s'engage, jusqu'à une cloison oblique qui divise en deux parties concentriques la cavité de l'anneau labial, sur laquelle viennent s'attacher les cloisons verticales qui divisent longitudinalement les cavités sous-ambulacraires.

Du côté dorsal, l'organe plastidogène se prolonge en un canal qui s'engage dans les téguments et aboutit à un vaste cercle dorsal donnant lui-même naissance à dix canaux, qui se rendent respectivement aux dix glandes génitales, lesquelles possèdent d'ailleurs un canal excréteur distinct.

Sur le premier système tout le monde est d'accord ; il se retrouve chez tous les Échinodermes dont il est un appareil pour ainsi dire caractéristique ; on l'a toujours considéré comme un appareil à part, spécialement, chargé d'amener l'eau de mer dans certaines parties du corps de l'animal, pouvant du reste communiquer avec ce qu'on appelle l'*appareil circulatoire*, dont on l'a souvent distingué sous le nom d'*appareil aquifère*.

Les deux autres systèmes ont été rattachés de diverses manières à l'appareil circulatoire. MM. Jourdain, Greeff, Hoffman, Teuscher, les considèrent comme ne constituant qu'un seul et même système ; Ludwig exclut de l'appareil circulatoire proprement dit le deuxième système de cavités ; en revanche, il considère l'organe plastidogène comme formé d'un plexus de vaisseaux en rapport d'une part, avec le cercle dorsal, d'autre part, avec un système complexe de vaisseaux qui parcourraient,

(1) Ces fins canaux ont été décrits comme des vaisseaux par Hoffmann (sur l'Anatomie des Astérides, *Arch. néerlandaises*, t. IX, 1872) et par Teuscher (*Jenaische Zeitschrift*, t. X, 1875).

(2) Greeff, Hoffmann, Teuscher ont démontré à l'aide d'injections cette communication contestée par Ludwig ; je l'ai constatée à l'aide des coupes chez de très jeunes *Asterias* du cap Horn qui appartiennent probablement à l'espèce décrite par Jeffreys Bell sous le nom d'*Asterias spirabilis*.

(3) D'après les recherches de M. Carl Vogt (Traité pratique d'anatomie comparée, p. 600).

suivant lui, la cloison de l'anneau labial et celles des cavités sous-tentaculaires (1). L'organe plastidogène recouvre ainsi la signification d'un cœur que lui avait attribuée Tiedemann.

Les recherches que nous avons faites en commun avec M. Poirier (2) nous ont montré que le prétendu cœur n'avait nullement une structure vasculaire, mais bien plutôt une structure glandulaire, comme l'avait le premier affirmé M. Jourdain (3), que d'autre part, les prétendus vaisseaux contenus dans l'anneau labial et la cavité sous-tentaculaire, n'étaient que des interstices, des lacunes si l'on veut, du tissu conjonctif constituant les cloisons des cavités. Nous étions conduit à la même conclusion en ce qui concerne les prétendus vaisseaux de Hoffmann et de Teuscher ; il en résultait pour nous cette conséquence que les Stellérides sont dénués d'appareil circulatoire proprement dit.

Hamann n'accepte pas davantage la manière de voir de Ludwig. Le prétendu cœur n'est à ses yeux qu'un organe producteur de cellules pigmentaires et il le nomme *organe chromatogène*. Le cercle dorsal et les organes qui en naissent ne sont qu'un simple appareil d'excrétion ; tout cela entraîne la déchéance des prétendus vaisseaux sous-ambulacraires de Ludwig, et Hamann se trouve conduit, comme nous l'avons été trois ans auparavant, à nier l'existence d'un appareil circulatoire chez les Stellérides (4).

M. Carl Vogt s'exprime de la même façon. « La lacune sous-ambulacraire est, dit-il, séparée en deux moitiés par une cloison verticale qui s'attache d'un côté à la bande (tégumentaire), de l'autre au plafond (de la lacune), et qui, par places, est pleine, sur d'autres creusée d'une ou plusieurs lacunes, offrant des coupes irrégulières mais constituant, en somme, des canaux longitudinaux ou des amas vasculaires qui parcourent la cloison (5) ». Malgré l'expression amas vasculaire, il est bien évident d'après cette description que M. Vogt ne considère pas les espaces vides longitudinaux de la cloison comme de véritables vaisseaux, mais bien comme des

(1) Hubert Ludwig, *Beitrage zur Anatomie der Asteriden*. Zeitschrift für wiss. Zoologie, t. XXX, 1878.

(2) Perrier et Poirier, *Sur l'appareil circulatoire des Etoiles de mer*. Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. XCIV, 1882.

(3) Jourdain, *Recherches sur l'appareil circulatoire de l'Asterias rubens*, Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. LXV, 1867, p. 1002.

(4) Hamann, *Beitrage zur Histologie der Echinodermen*. Heft 2. Die Asteriden, Iéna, 1885.

(5) Carl Vogt et Eug. Yung, *Traité pratique d'anatomie comparée*, p. 588.

lacunes. Il s'en exprime nettement un peu plus loin (1) et conclut : « Nous ne pouvons donc parler, chez les Astéries, d'un système vasculaire sanguin; il est remplacé par ce système lacunaire qui, par places, prend l'aspect de vaisseaux. » Rejetant l'existence d'un appareil vasculaire chez les Astéries, M. Carl Vogt donne une interprétation ingénieuse et toute nouvelle de ce qu'Hamann appelle leur appareil excréteur. S'appuyant sur ce fait évident dans nos préparations soigneusement examinées par lui, que l'organe dorsal des Comatules donne naissance aux rachis génitaux, il écrit à propos du cercle dorsal et des canaux qui en naissent : « Si nous réfléchissons à ce que nous avons dit à propos de la Comatule, nous ne mettons pas en doute que ces canaux, qui sont en relation avec l'organe dorsal par l'intermédiaire de l'anneau décrit, sont les analogues des tubes génitaux stériles qui parcourent les bras de la Comatule et qui sont d'un côté en relation directe avec l'organe dorsal, appelé stolon par M. E. Perrier, tandis qu'ils ne deviennent féconds qu'à leurs extrémités distales. Les rapports sont exactement les mêmes avec cette différence que les extrémités distales fécondes se trouvent suspendues tout le long des bras sur les cirrhes chez les Comatules, tandis que chez les Astéries elles sont accumulées à la base des bras, réfléchies en dedans et suspendues dans le cœlome. »

J'avais moi-même, un peu avant, signalé ces ressemblances, posé la question de savoir si chez les Astéries et les Oursins l'organe dorsal n'avait pas à intervenir de quelque façon dans la production des glandes génitales comme je venais de le trouver pour son homologue probable chez les Comatules (2). J'avais institué dans ce sens des recherches dont le premier résultat a été d'établir que l'organe dorsal est avant tout un *organe plastidogène*, c'est-à-dire un organe producteur d'éléments anatomiques dont les uns deviennent libres et flottants (corpuscules de la cavité générale), tandis que les autres prennent part à la constitution de certains tissus. Malheureusement les jeunes Étoiles de mer et les jeunes Oursins que j'avais entre les mains n'étaient pas à une phase de développement qui me permit de résoudre la question de l'appareil génital. Deux élèves de M. de Lacaze-Duthiers, MM. Prouho et Cuénot, ont étudié, à l'aide de matériaux plus favorables, la

(1) Ibid., p. 604.
(2) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. CIV, p. 1846.

question que je venais de soulever. Ils sont arrivés à des résultats contradictoires. M. Prouho a cru voir que chez les Oursins l'organe dorsal ou *glande ovoïde* n'a rien à faire dans la production des glandes génitales; au contraire, M. Cuénot, tout en confirmant le rôle plastidogène que nous avons attribué à l'organe dorsal, l'a vu en même temps produire les glandes génitales chez les Étoiles de mer. Nous en sommes donc réduits, pour le moment, à admettre que chez les Oursins les choses se passent autrement que chez les Étoiles de mer et les Comatules, ce qui, au fond, étant donné, les rapports des glandes génitales et des corps plastidogènes avec la membrane péritonéale est plus apparent que réel, même en admettant comme s'étendant à tous les Oursins les conclusions auxquelles l'étude d'un *Cidaris* a conduit M. Prouho. Chez les Étoiles de mer, au moins, nos prévisions et les interprétations de M. Carl Vogt se trouvent confirmées. On doit admettre en conséquence que le stolon génital des Comatules et l'organe plastidogène des Étoiles de mer sont des organes homologues, essentiellement producteurs d'éléments anatomiques et dont certaines parties se différencient de manière à constituer les glandes génitales. Cet organe est tout à fait indépendant de l'appareil vasculaire puisqu'il existe chez les Étoiles de mer dépourvues de vaisseaux, qu'il se développe de très bonne heure, bien avant ce qu'on a désigné sous ce nom chez les Comatules, et d'une manière tout à fait spéciale. On ne peut donc le considérer comme le centre d'une spécialisation particulière d'un système de canaux qu'il contribuera peut-être à perfectionner plus tard, mais qui n'existe pas encore au moment où il se montre déjà apte à produire l'appareil génital. On ne peut assimiler davantage les tubes génitaux à des vaisseaux puisque chez les Étoiles de mer, paléontologiquement antérieures aux Crinoïdes pourvus de bras ou pour le moins aussi anciennes, ces tubes existent sans qu'il existe de vaisseaux. Il nous paraît, en effet, aujourd'hui impossible en anatomie comparée de rattacher les organes à ceux qui les ont suivis dans l'ordre historique ou les suivent dans l'évolution embryogénique; on doit faire l'inverse (1). En se plaçant à ce point de

(1) Ce principe qui paraît au premier abord si logique est si souvent enfreint que l'on peut affirmer sans grande erreur que c'est le principe contraire qui a été le plus souvent appliqué par les morphologistes. C'était une conséquence presque forcée de la recherche de l'unité du plan de composition qui a laissé des traces si profondes dans les habitudes de langage et de travail

vue, l'organe plastidogène n'a plus certainement aucun droit à être considéré comme un centre vasculaire duquel émaneraient des vaisseaux, sur les parois desquels se développeraient finalement des éléments reproducteurs.

La fonction reproductrice est la plus ancienne et si l'on veut substituer au nom d'organe plastidogène un nom plus précis, c'est bien celui de stolon génital qu'il faut adopter. D'ailleurs la localisation dans les pinnules des éléments génitaux utiles, est loin d'être un fait absolu chez les Crinoïdes. Herbert Carpenter (1) a « dans un exemplaire d'*Antedon rosacea*, trouvé un ovaire petit mais bien caractérisé, occupant la position du plexus génital au-dessous de l'ambulacre postérieur gauche du disque et dont les premières traces apparaissaient dans les coupes qui passent au travers de la partie postérieure de l'organe spongieux..... Un ovaire plus grand et encore plus complètement développé a été rencontré dans le disque de deux ou trois exemplaires d'*Actinometra pulchella;* il commençait au voisinage immédiat du péritoine et s'étendait extérieurement au-dessous de l'ambulacre antérieur gauche jusqu'à sa bifurcation, reposant sur la surface supérieure de l'intestin dont il suivait les plicatures. Chez l'*Antedon carinata* non seulement des tubes génitaux ont été trouvés à l'intérieur des vaisseaux formant les plexus sous-ambulacraires dans le disque, mais aussi des portions détachées d'ovaires contenant des œufs à divers états de développement ont été rencontrées en diverses parties de la cavité du corps, par exemple, dans les interstices du réseau de tissu conjonctif formant la lèvre; dans la région interviscérale de la cavité du corps, entre les deux parties de la courbure intestinale, et dans les canaux sous-tentaculaires entre le plexus génital et les canaux aquifères. »

De ces faits Herbert Carpenter tire une première conclusion à laquelle

des anatomistes, que cette recherche portât sur le règne animal tout entier ou sur un embranchement. Que d'efforts n'a-t-on pas fait pour retrouver l'homme chez tous les vertébrés, le vertébré chez l'insecte, l'insecte chez tous les arthropodes, l'escargot chez tous les mollusques, la fleur complète des angiospermes chez les gymnospermes? N'est-il pas logique, au contraire, de prendre pour point de départ dans chaque groupe les types les plus anciens et de chercher comment on peut passer de ces types anciens à ceux qui ne sont venus qu'après eux? N'est-ce pas la vraie méthode explicative que celle qui prend pour point de départ les êtres primitifs et se préoccupe sans cesse de coordonner les découvertes de la paléontologie et celles de l'anatomie comparée?

(1) Report on the Crinoïdea, p. 109.

nous nous associons volontiers, savoir que dans les Échinodermes éteints, dépourvus de bras, tels que les Blastoïdes et les Cystidés, il n'est pas impossible « que les glandes génitales aient été placées dans le corps plutôt que dans ce qu'on appelle les pinnules, même lorsque celles-ci sont présentes, ce qui n'est en aucune façon toujours le cas. » En émettant cette proposition, Herbert Carpenter ne s'aventure pas beaucoup ; quand les pinnules n'existent pas, les glandes génitales ne sauraient être placées ailleurs que dans le corps; quand elles existent, elles sont en général tellement réduites dans ces deux types fossiles qu'il est difficile d'admettre qu'elles aient pu suffire à contenir les glandes génitales ; d'ailleurs, ce qu'on appelle pinnules chez les Blastoïdes nous paraît porter bien indûment ce nom. Les pinnules des Comatules sont des ramifications des bras, ne différant des bras eux-mêmes que par leur moindre longueur. Il ne nous semble pas que l'on puisse, quoi qu'on fasse, considérer comme analogues à ces bras réduits, des appendices implantés directement sur certaines régions bien déterminées du corps d'animaux dépourvus de bras; rien n'autorise par conséquent à penser que les glandes génitales aient pu être contenues dans ces appendices.

Nous sommes donc non seulement disposés à admettre que chez les Cystidés et les Blastoïdes les glandes génitales étaient placées dans le disque, mais nous croyons qu'on peut aller un peu plus loin, tout au moins en ce qui concerne les Cystidés qui ont tant d'analogie avec la première larve fixée des Comatules. Les faits intéressants observés par Herbert Carpenter nous montrent, en somme, la partie fertile des glandes génitales se rapprochant de plus en plus de l'organe originel d'où ces glandes sont issues, de « l'organe dorsal » des auteurs, qui les représente à lui seul durant les premières phases de la vie. C'est rendre probable que cet organe lui-même a pu, à un certain moment, fonctionner comme organe génital; c'est justifier le nom que nous lui avons donné de stolon génital.

M. Herbert Carpenter qui n'était pas fixé au moment où il écrivait son travail sur l'origine et le mode de développement des glandes génitales des Crinoïdes pense, d'autre part, que ses observations « ne permettent plus guère de mettre en question les rapports des glandes génitales et de certaines parties du système des vaisseaux sanguins ». Des développements

dans lesquels nous sommes précédemment entré, il résulte clairement que cette opinion n'est pas absolument fondée et que les faits observés peuvent recevoir une tout autre interprétation. Nous rappellerons, en effet, que chez l'*Antedon rosacea*, dans la région des ambulacres, dans le disque et en arrière de l'organe spongieux on trouve toujours un canal dont l'aspect est bien différent de celui des canaux du plexus génito-labial. Ses parois ont l'épaisseur et l'épithélium irréguliers de celles des rachis génitaux des bras dont ils sont certainement la continuation. Cette structure répond bien à celle des canaux contenant des structures cellulaires qu'a vues Herbert Carpenter, et bien que nous n'ayons pas réussi à raccorder en toute certitude ces canaux soit avec le plexus génito-labial, soit avec le stolon génital, chez l'animal adulte, l'histoire du développement des rachis génitaux ne nous permet guère de penser qu'ils ne se prolongent pas jusqu'à ce dernier. Mais ce que nous n'avons jamais vu chez l'*Antedon rosacea*, c'est que soit dans les bras, soit dans le disque, ces canaux fussent contenus, comme le dit Herbert Carpenter, dans ce qu'il appelle des vaisseaux. Qu'ils se raccordent avec les canaux du plexus labial, comme on le prétend, nous sommes certain qu'il n'en est rien dans le jeune âge ; nous ne l'avons pas constaté à l'âge adulte, mais nous ne nous croyons pas suffisamment éclairé par nos préparations pour soutenir absolument le contraire ; qu'ils soient contenus dans des canaux analogues à ceux du plexus chez l'*Antedon rosacea*, ici nous répondons *non*. Ils ont, comme les canaux, leur gaîne conjonctive et la cavité génitale n'est pas autre chose ; ils ne présentent aucune autre enveloppe, c'est ce que M. Carl Vogt a vu comme nous; et nous avons indiqué comment nos résultats peuvent s'accorder avec ceux de Ludwig.

L'organe dorsal étant un véritable stolon génital chez les Comatules, produisant chez elles comme chez les Étoiles de mer les glandes génitales, on peut avec toute raison homologuer avec le cercle dorsal des Étoiles de mer les cordons qui naissent du stolon chez les Comatules et fournissent les dix rachis brachiaux, cordons parfaitement distincts des canaux du plexus labial chez les jeunes Comatules.

Faut-il étendre cette homologation au plexus labial tout entier, comme l'a suggéré à plusieurs reprises Herbert Carpenter? Ce serait sans doute dépasser les limites de la prudence. Le plexus génito-labial se constitue,

nous l'avons vu, indépendamment du stolon génital et s'il contracte des liens avec quelques-unes des dépendances directes de ce dernier, ce que nous considérons comme possible, ces liens ne se manifestent que tardivement, comme s'ils étaient le résultat d'une sorte d'adaptation interne, destinée à faciliter la nutrition particulièrement active du corps plastidogène et de l'appareil génital qui en dépend.

Le plexus génito-labial est surtout une dérivation directe de la partie de la membrane péritonéale qui entoure l'œsophage, à ce titre il se rattache étroitement au système des canaux absorbants qui se détachent eux aussi des diverses parties de la membrane péritonéale et avec lesquels il est de très bonne heure en relation. C'est ce système complexe de canaux qu'on pourrait physiologiquement comparer de très loin à quelques parties de l'appareil circulatoire des animaux supérieurs et surtout des Vers annelés. S'il fallait préciser davantage cette comparaison, c'est des chylifères qu'il faudrait le rapprocher, ou encore des vaisseaux intestinaux des Annélides ; mais il y a ici néanmoins de grandes différences. Les chylifères des Vertébrés, les vaisseaux intestinaux des Vers annelés déversent directement leur contenu dans un véritable appareil circulatoire, de sorte que chylifères et vaisseaux ne constituent physiologiquement qu'un seul et même système. Ici le système des canaux absorbants communique tout au plus avec les tubes génitaux, et c'est de l'eau venue directement du dehors et circulant d'une manière déterminée dans les interstices qui existent autour de ces canaux qui transporte partout les éléments nutritifs et remplace tout à la fois le liquide de la cavité générale des Vers annelés et le sang des Vertébrés.

Si l'on tient compte de toutes ces considérations, il semble inutile d'accepter la théorie qui voudrait que, chez certains Échinodermes tout au moins, l'épithélium vasculaire donne naissance aux produits génitaux qui pourraient eux-mêmes être portés au dehors par l'intermédiaire des vaisseaux. Cette théorie a été imaginée d'abord pour les Étoiles de mer. Tiedemann croyait avoir découvert à ces animaux un cœur, des vaisseaux, tout un appareil circulatoire calqué sur celui des Vertébrés. Cela paraissait si naturel que ses successeurs ont éprouvé la plus grande peine à se faire à l'idée que des animaux d'organisation aussi élevée en apparence

pussent être dépourvus d'un appareil que l'étude des Vertébrés avait conduit à considérer comme de première nécessité. Ils ont voulu voir des vaisseaux, des parties de l'appareil circulatoire dans toutes les cavités canaliformes qui ont été successivement découvertes chez les Étoiles de mer. Nous croyons la lumière aujourd'hui faite sur ce sujet. Si l'on appelle appareil circulatoire un ensemble de cavités et de canaux à parois propres exclusivement chargés de recueillir les matières nutritives *à travers les parois du tube digestif*, l'oxygène *à travers les parois du corps*, et de transporter ces matières nutritives et cet oxygène dans toutes les parties du corps pour les mettre à la disposition des éléments anatomiques, aucun Echinoderme ne possède un véritable appareil circulatoire.

L'ensemble de canaux qu'on a désignés sous ce nom ne satisfait à aucune de ces conditions. Mais ces canaux eux-mêmes manquent justement chez les Étoiles de mer pour qui la théorie tombe d'elle-même ; la rétablir pour les Comatules, ce qui n'est nullement nécessaire, ce serait, nous le craignons du moins, compliquer une question qui, du point de vue où nous nous plaçons, nous semble beaucoup plus simple.

Il est vrai que les faits interprétés de ce point de vue paraissent donner un appui à une théorie qui a été vivement combattue, celle de la polyzoïcité des Échinodermes imaginée par Duvernoy, plus récemment soutenue par Hæckel et à qui nous avons donné une troisième forme dans notre ouvrage *Les Colonies animales et la formation des organismes*. C'est, croyons-nous, ce qui a surtout motivé les réserves de notre illustre maître et collègue M. Carl Vogt. Il y a là un malentendu qu'il importe de dissiper et qui nous oblige à reprendre la question de plus haut. On entend, en effet, d'une manière souvent trop étroite cette théorie de la polyzoïcité. Quand on dit qu'un animal est polyzoïque, on semble dire que son corps résulte de la soudure de plusieurs animaux similaires dont la condition première serait de vivre d'une manière indépendante. Les choses, dans l'hypothèse d'une évolution continue du règne animal ne sauraient s'être passées ainsi. Les faits connus actuellement nous montrent, au contraire, que les organismes simples, après avoir atteint une certaine taille, cessent de grandir en demeurant semblables à eux-mêmes, mais produisent soit latéralement, soit à leur extrémité postérieure des excroissances que l'on nomme *bour-*

geons. Ces bourgeons peuvent demeurer à un état inférieur d'organisation, approcher de la structure de l'organisme qui les a produits, la reproduire exactement ou se modifier, au contraire dans un sens différent. Ils peuvent demeurer unis à l'organisme sur lequel ils sont nés et constituer avec lui un organisme plus complexe, ou se détacher et vivre d'une manière indépendante. Le bourgeonnement est donc un procédé de perfectionnement des organismes qui est utilisé parfois à leur multiplication. C'est justement ce qui arrive chez les Échinodermes. L'intérêt de ces études aura été de montrer que la formation des bras d'une Comatule, voire d'une Étoile de mer, se produit d'après un type qui ressemble beaucoup plus qu'on ne l'aurait supposé à celui qu'on observe chez les Salpes; mais cela ne signifie en aucune façon, que nous considérions les bras d'un Échinoderme comme autant d'animaux dont on devrait retrouver les équivalents vivant librement, ainsi que l'a supposé Hæckel. A la vérité, M. Cuénot a refusé récemment la qualité de parties nées par bourgeonnement aux bras des Étoiles de mer qu'il considère comme de simples indentations du disque. Il serait facile de montrer que la distinction entre un bourgeon et une indentation n'est pas aussi facile à faire que semble le croire ce jeune naturaliste. Mais la question est résolue par ce qui arrive chez les *Labidiaster*. Nous avons montré que chez ces animaux, pendant une partie de la vie, des bras nouveaux *bourgeonnent* entre les anciens jusqu'à ce que le nombre total des bras arrive à environ quarante (1).

Aussi bien l'exposé des faits est maintenant terminé; nous avons décrit en détail ce que nous avons vu en laissant soigneusement en évidence les points sur lesquels il nous reste quelque incertitude. De ces détails que nous avons dû accumuler de manière à faire la preuve de ce que nous avancions, il nous faut dégager succinctement l'idée que nous croyons devoir nous faire de l'organisation de l'*Antedon rosacea*. Sur quelques points, de nouvelles recherches sur la Comatule adulte nous ont amené à modifier les conclusions auxquelles nous avait conduit l'organogénie. Nous imprimerons les propositions rectifiées en italique en renvoyant au numéro sous lequel est inscrite la proposition qu'elles modifient à la fin de la première partie de ce travail.

(1) Comptes rendus de la Société de Biologie, 1888, et Mission du cap Horn. — Zoologie, — Echinodermes, p. 59.

XV

RÉSUMÉ DE LA TROISIÈME PARTIE.

Organisation de l'*Antedon rosacea* et de l'*Antedon phalangium* adultes.

1. — Dans l'enveloppe générale du corps des *Antedon* adultes il y a lieu de distinguer au point de vue de la structure : *a*, les tentacules; *b*, les gouttières ambulacraires; *c*, le périsome ou sac nucléaire; *d*, les régions calcifères.

2. — Les tentacules sont formés de quatre couches de tissu superposées : 1° une cuticule (épithélium externe de M. C. Vogt); 2° une couche épithéliale épaisse (substance, C. V.); 3° une couche de fibres longitudinales, interrompue sur les côtés, accompagnées extérieurement de quelques fibres transversales; 4° une couche épithéliale interne. La cuticule est indistincte sur les papilles dont l'axe est occupé par une grosse fibre réfringente, entourée de délicates fibrilles issues des cellules fusiforme disposées en couronne à la base de la papille et supportant des soies tactiles.

3. — Le tissu des gouttières radiales et brachiales comprend également au-dessus de la paroi du canal ambulacraire quatre couches : 1° une cuticule à fines stries normales à sa surface; 2° un épithélium formé de longues cellules vibratiles monociliées, dont les cils traversent les stries de la cuticule; une couche fibrillaire partiellement nerveuse (réseau inter-épithélial); une bandelette de fibres musculaires longitudinales. Souvent cet ensemble de tissus se détache sur une plus ou moins grande étendue de la paroi du canal ambulacraire, et la lacune ainsi formée, probablement accidentelle sinon artificielle, est ce que divers auteurs ont appelé le vaisseau nervien.

4. — Le tissu du périsome comprend aussi quatre couches inégalement développées : une couche épithéliale formée de cellules aplaties; une couche cellulaire à éléments étoilés, distants les uns des autres et à abondante substance interstitielle; une couche fibro-cellulaire; une couche fibreuse, revêtue de l'épithélium péritonéal. Le développement de cette dernière couche est très variable; elle passe peu à peu dans la région ventrale du calice aux lames fibreuses qui prennent part à la constitution du sac viscéral.

5. — Le tissu calcifère est formé d'un réseau de substance protoplas-

mique, au sein de laquelle sont disposés par groupes des éléments reliés d'un groupe à l'autre par de délicats filaments. Le calcaire est déposé dans les mailles de ce réseau.

6. — A la suite de l'agrandissement et de l'orientation spéciale des mailles du réseau, la substance réticulée du tissu calcifère prend l'aspect d'un amas de bandelettes dirigées en tous sens ou d'un faisceau de fines fibres parallèles. Le calcaire cesse de se déposer dans les régions ainsi différenciées ou s'y dépose en quantité moindre, et le squelette de l'animal se trouve ainsi décomposé en pièces distinctes, plaques ou articles. Aux parties où la substance protoplasmique est décomposée en bandelettes diversement orientées nous réservons le nom de *ligaments*. A celles où cette substance se décompose en fibrilles parallèles nous donnons le nom de *muscles hyalins*. Ces muscles sont colorés en rose par l'éosine, le carmin, en violet par l'action successive du carmin et du bleu de méthylène.

7. — La plaque centro-dorsale est unie aux premières radiales et celles-ci sont unies entre elles par des ligaments.

8. — Les articles des cirrhes sont unis entre eux par des muscles hyalins ; mais entre la plupart des articles des bras on trouve deux catégories de muscles, à savoir : du côté de la gouttière ambulacraire des masses fibreuses réfringentes coloriées en rouge vif par l'éosine et le carmin, même en présence du bleu de méthylène, d'aspect rigide, que nous nommons les *muscles réfringents*, et du côté dorsal des *muscles hyalins*. Ces derniers existent seuls dans les syzygies dont ils occupent les rayons.

9. — Seuls les muscles hyalins nous ont paru richement innervés ; la dénomination de ligament sous laquelle ils sont habituellement décrits est donc inexacte. Ce nom conviendrait beaucoup mieux aux muscles réfringents, les prétendus muscles des auteurs, dont les fibres se développent aux dépens de cellules spéciales et gardent chacune un noyau.

10. — Une différenciation plus avancée de la substance fondamentale du tissu calcifère suffit à la production de la plus grande partie du tissu nerveux, comme à celle du tissu musculaire. Cette différenciation consiste surtout dans un agrandissement, une orientation particulière et un rapprochement des noyaux de cette substance et des fibres qui en émanent.

11. — Le système nerveux comprend : 1° un anneau péribuccal d'où

naissent les cordons nerveux latéraux des bras, et dix cordons qui se ramifient dans l'épaisseur des parois du sac viscéral, mais vont rejoindre à leur base les nerfs radiaux (pl. I, fig. 169 du t. II de la 3e série des Archives); 2° un centre en forme de coupe situé dans la plaque centro-dorsale et dans laquelle repose l'organe cloisonné; 3° cinq troncs radiaux; 4° dix troncs brachiaux nés par la bifurcation des troncs radiaux dans la troisième radiale; 5° un nombre indéterminé de troncs pinnulaires; 6° un nombre indéterminé de nerfs creux occupant l'axe des cirres; 7° le réseau interépithélial des gouttières ambulacraires et de l'œsophage.

Les cinq troncs radiaux sont unis entre eux par une commissure circulaire; ils sont reliés par des branches méridiennes, à l'anneau péribuccal qui constitue le centre nerveux principal, homologue de celui des autres Échinodermes. Les deux troncs brachiaux issus d'un même tronc radial sont unis entre eux avant de quitter la première radiale par quatre commissures figurant avec les troncs eux-mêmes un trapèze isocèle et ses diagonales. Les troncs pinnulaires naissent chacun par deux racines des troncs brachiaux.

12. — Ces différents troncs donnent naissance à deux catégories d'organes périphériques, les nerfs sensitifs et les organes moteurs.

13. — Dans chaque article des bras et des pinnules il y a au moins deux groupes de nerfs sensitifs, qui naissent non loin des extrémités de l'article. Chaque groupe se compose de deux paires de nerfs qui d'ailleurs ne sont pas exactement symétriques, se ramifient jusque dans les téguments et dont certaines branches vont s'anastomoser avec les nerfs latéraux des bras. Les nerfs antérieurs envoient des rameaux dans l'article qui précède celui où ils sont nés. Dans les pinnules une branche nerveuse remonte le long des parois des cavités des bras, et s'anastomose avec les nerfs latéraux qui se ramifient dans les tissus qui bordent la gouttière ambulacraire.

14. — Les parties motrices du système nerveux sont formées : 1° de masses ganglionnaires anastomosées qui se disposent en plaques sur toute la surface terminale des masses de muscles hyalins et sont unies par de courts rameaux au tronc nerveux correspondant; 2° d'une lame nerveuse dont le plan est perpendiculaire à la direction de l'axe nerveux et qui occupe la région moyenne de chaque masse musculaire. Ces deux sortes

de formations émettent de fins prolongements nucléés que nous considérons comme les terminaisons nerveuses motrices. Cette même disposition se retrouve pour les muscles hyalins des syzygies aussi bien que pour les articulations normales des bras, des pinnules et des cirres.

15. — Le tube digestif qui décrit dans le périsome un tour complet de spire dans le sens des aiguilles d'une montre peut se diviser en œsophage, estomac, intestin, cæcums hépatiques et rectum. Toutes ces parties sont essentiellement formées d'une couche unique de cellules colonnaires. Ces cellules sont plus hautes, et ont des contours plus nettement arrêtés dans l'œsophage; elles sont entremêlées dans l'estomac, l'intestin et les cæcums hépatiques de cellules ovoïdes, de couleur jaune, résistant à l'action des réactifs colorants.

16. — Tout le tube digestif est enveloppé d'une *membrane péritonéale*, formée d'une mince couche fibreuse sur laquelle repose un épithélium formé de petites cellules aussi hautes que larges, à gros noyau.

Autour du rectum seulement se différencient des fibres musculaires disposés en anneau perpendiculairement à l'axe du rectum.

17. — Dans l'axe de l'hélice intestinale se trouve le *stolon génital*. Ce stolon, le plexus de canaux qui l'enveloppe ou *plexus génital* et qui est continu avec un autre plexus entourent l'œsophage, le *plexus labial*, enfin un assez grand nombre de *canaux interviscéraux*, nés de la membrane péritonéale et eux-mêmes en continuité avec les canaux du plexus génito-labial, sont les seuls viscères contenus dans l'espace compris entre le tube digestif et les parois du corps. Cet espace peut être désigné sous le nom de *cavité générale*.

18. — La cavité générale est traversée par un très grand nombre de trabécules et de tractus membraneux dont les éléments ont été fournis, soit par la membrane péritonéale intestinale, soit par la membrane péritonéale pariétale et le mésoderme. Ces tractus s'anastomosent entre eux et forment des membranes plus ou moins fenestrées, fournissant à tous les viscères des gaînes fibro-cellulaires qui ne s'appliquent pas sur eux, mais les suivent au contraire à distance. On observe de telles gaînes autour du plexus génito-labial, autour des canaux interviscéraux et du tube digestif. Celle de ces gaînes qui entoure le tube digestif est ce

qu'on désigne d'habitude sous le nom de *sac viscéral;* elle est composée de plusieurs feuillets.

19. — On peut théoriquement considérer le sac viscéral comme décomposant la cavité générale en une *cavité sous-tégumentaire*, comprise entre les téguments et ce sac; une *cavité péri-intestinale* comprise entre le sac viscéral et le tube digestif; une *cavité axiale* située à l'intérieur de la spire décrite par le sac viscéral accompagnant l'intestin, et dans laquelle se trouvent disposées les gaînes du plexus génito-labial.

20. — Le sac viscéral se rattache aux parois du corps sur un espace plus ou moins étendu de chaque côté de la ligne médiane des secteurs interradiaux, il se continue dans l'intervalle avec la cloison qui sépare la cavité sous-tentaculaire des bras de leur cavité dorsale, cloison dans laquelle est située la cavité génitale. Il suit de là que les cavités sous-tentaculaires des bras communiquent directement avec la cavité axiale; la cavité génitale avec l'intervalle des feuillets du sac viscéral; la cavité dorsale avec la cavité périviscérale et par elle avec l'anneau basilaire.

22. — La cavité de la gaîne du stolon génital communique à son tour avec la chambre axiale de l'organe cloisonné et par elle osmotiquement avec les cinq chambres latérales et la cavité axiale des cirres.

23. — A mesure qu'on approche du périsome ventral les gaînes, des canaux du plexus labial s'aplatissent, s'allongent vers l'extérieur et se transforment en une série de feuillets membraneux onduleux, fréquemment anastomosés entre eux et qui viennent se rattacher presque tangentiellement au périsome. Toute la face externe et inférieure du plexus labial et de l'organe spongieux auquel il se rattache, laissée libre par le prolongement des gaînes, est enveloppée par un épais sac membraneux, le *sac péri-œsophagien*, qui paraît continu avec les diverses parties avoisinantes du sac viscéral, mais dont l'origine est la même que celle du plexus labial et de l'organe spongieux.

24. — Ce que nous considérions dans la première partie de ce travail comme le rudiment de l'organe spongieux et du plexus labial n'est en réalité que le rudiment du sac périœsophagien à l'intérieur duquel ces organes se forment ultérieurement, le second se développant aux dépens du premier. Il s'ensuit que les rapports indiqués dans les propositions 18, 22, 27 du résumé de la 2e partie de ce travail entre les tubes hydrophores, les enton-

noirs vibratiles et les canaux du plexus labial, doivent s'entendre uniquement du sac périœsophagien et des cavités dans lesquelles il est secondairement décomposé par les gaînes des canaux et celles de l'organe spongieux.

25. — Les tubes hydrophores refoulent devant eux les parois du sac périœsophagien, s'entourent ainsi d'une mince membrane à laquelle vient se raccorder en se retroussant sur tout son pourtour leur extrémité. Ces tubes s'ouvrent à l'intérieur du sac périœsophagien dans les interstices des canaux du plexus labial et de leurs gaînes. Les caractères de la véritable terminaison des tubes hydrophores sont ici donnés pour la première fois. On ne peut, en somme, les considérer comme se terminant ni à l'intérieur de canaux, ni librement dans la cavité générale.

26. — Les entonnoirs vibratiles répartis sur le périsome de l'*Antedon rosacea* et de l'*Antedon phalangium* adultes présentent cinq rapports déterminés. Un petit nombre d'entre eux (cela n'est certain que pour les premiers formés) se continuent avec les tubes hydrophores par l'intermédiaire de canaux et de sacs qu'il devient plus tard impossible de distinguer des interstices de lames membraneuses périœsophagiennes.

Quelques autres entonnoirs voisins de la bouche paraissent conduire dans des canaux du plexus labial qui naissent de la membrane périœsophagienne, mais le fait est encore douteux.

Par l'intermédiaire de canaux intrapariétaux souvent très longs et se greffant les uns sur les autres, tous les autres entonnoirs vibratiles, les plus nombreux de beaucoup, conduisent l'eau : 1° dans les cavités des gaînes du plexus génito-labial; 2° dans les cavités sous-tentaculaires des bras; 3° dans la cavité génitale.

Les tubes intrapariétaux qui conduisent l'eau à l'intérieur des gaînes du plexus génito-labial, sont exactement orientées comme les feuillets constituant ces gaines qui semblent dès lors, en coupe, autant de canaux se prolongeant à l'intérieur des téguments et s'ouvrant au dehors par des entonnoirs vibratiles.

27. — Nous n'avons jamais vu d'entonnoirs vibratiles conduisant dans la cavité dorsale des bras. Ces cavités contiennent, en revanche, des groupes de cavités hémisphériques, les *corbeilles vibratiles*, disposées sur leur paroi dorsale. Le fond de ces corbeilles est uni par des tractus fibreux,

probablement nerveux, au moins en partie, à l'axe nerveux des bras.

28. — Les dispositions que nous venons de décrire montrent que l'eau chargée d'air, introduite par les entonnoirs vibratiles, se répand autour de chaque canal du plexus génito-labial et de chaque canal interviscéral, entraîne avec elle toutes les substances solubles qui traversent par endosmose la paroi de ces canaux, et répartit ces substances ainsi que l'oxygène dans les cavités des cirres et des bras.

29. — Les entonnoirs vibratiles, les tubes intrapariétaux qui leur font suite, les interstices divers des formations membraneuses de la cavité générale, les cavités des bras, l'organe cloisonné, les cavités des cirres sont, d'après ce qui précède, coordonnés de manière à constituer un vaste système d'irrigation dans lequel coule incessamment de l'eau de mer plus ou moins rapidement renouvelée par l'intermédiaire des entonnoirs vibratiles, qui constitue le véritable véhicule des matières assimilables et respirables, et remplace par conséquent le sang.

30. — Les canaux interviscéraux s'évasent légèrement en arrivant au voisinage de la membrane péritonéale, et leur paroi évasée se continue directement avec elle. Il ne saurait donc y avoir, à proprement parler, de capillaires intestinaux. Les canaux interviscéraux se continuent avec ceux du plexus génito-labial. Tous ensemble constituent un appareil où les matières assimilables sont maintenues en réserve à la disposition du liquide circulant, de l'eau de mer, qui en fait la répartition. En multipliant les contacts avec ce liquide, la disposition du plexus des canaux absorbants facilite singulièrement la dissémination des matières nutritives.

31. — Le plexus labial, au moment où il se forme dans le sac périœsophagien, a l'apparence d'un simple repli boursouflé de la membrane péritonéale. C'est par suite de la prolifération de la division et de la différenciation des diverses parties de ce repli que le plexus labial se constitue. Une partie du repli garde la structure primitive et constitue ce qu'Herbert Carpenter appelle l'*organe spongieux*. L'organe spongieux appartient manifestement à la catégorie des organes plastidogènes.

32. — On doit distinguer, en somme, chez les *Antedon adultes*, trois systèmes de cavités ou de canaux :

1° Le *système ambulacraire*, comprenant l'anneau ambulacraire péribuc-

cal, les tubes hydrophores, les canaux ambulacraires radiaux, brachiaux et pinnulaires, les tentacules ;

2° Le *système des canaux absorbants*, comprenant les canaux interviscéraux, le plexus génito-labial et peut-être un très petit nombre d'entonnoirs vibratiles;

3° Le *système des cavités d'irrigation*, comprenant la presque totalité sinon la totalité des entonnoirs vibratiles, les tubes intrapariétaux, les cavités circonscrites par les membranes de la cavité générale, les cavités sous-tentaculaires, génitale et cœliaque des bras, l'organe cloisonné, les cavités axiales des cirres.

Le système des canaux absorbants demeure indépendant des deux autres systèmes, qui communiquent entre eux par l'intermédiaire des tubes hydrophores.

33. — L'appareil génital comprend le stolon génital, les tubes génitaux qui se bifurquent comme les bras et les pinnules, et ne deviennent fertiles que dans ces dernières.

34. — Les spermatozoïdes se forment au sommet et sur le pourtour des cylindres épithéliaux creux résultant du développement de l'épithélium du tube génital. Une fois mûrs ils tombent dans la cavité du testicule qui est entourée d'une couche de fortes fibres musculaires annulaires.

35. — Un petit nombre d'éléments de l'ovaire deviennent des œufs ; les autres avortent et flottent dans l'ovaire où ils se groupent autour des œufs bien développés en pseudo-follicules. Les éléments libres sont doués de mouvements amiboïdes. Il n'y a pas autour de l'ovaire d'enveloppe musculaire régulière.

36. — L'organe dorsal ou organe axial, considéré par Ludwig comme un faisceau de vaisseaux n'a pas la structure vasculaire, et doit être considéré comme résultant du plissement en tous sens des parois cellulaires d'un corps ovoïde primitivement plein et dont les éléments anatomiques se multiplient rapidement. La fonction de cet organe est avant tout de donner naissance aux tubes génitaux. Il mérite donc le nom de *stolon génital*.

37. — Certaines préparations semblent montrer une continuité entre quelques vaisseaux du plexus génito-labial et des diverticules du stolon ; si cette continuité existe réellement chez l'adulte, comme cela paraît resulter

de ces préparations et comme l'affirme Herbert Carpenter, elle ne s'établit que d'une façon très tardive.

38. — Il est presque impossible, jusqu'à présent, de suivre jusqu'au stolon génital, les tubes génitaux au milieu des ramifications du plexus labial et au voisinage de l'organe spongieux. Nous n'avons aucune preuve positive que ces tubes, indépendants dans le jeune âge, s'anastomosent chez l'animal adulte avec les canaux du plexus labial, comme le pensent quelques auteurs. Cette anastomose, comme celle des ramifications du stolon génital et des canaux qui l'entourent, est cependant possible, mais ne serait en tous cas qu'un phénomène d'adaptation secondaire.

Je bornerai ici ce long Mémoire. Une comparaison des résultats qui y sont exposés avec ceux qui ont été obtenus de divers côtés relativement à l'organisation des autres Échinodermes en serait la conclusion naturelle; mais j'ai publié récemment dans un autre Recueil (1) un travail d'ensemble sur ce sujet. Je demanderai la permission d'y renvoyer le lecteur.

1) Travaux de l'École pratique des hautes études, 1888.

APPENDICE

RELATIF A UN RÉCENT MÉMOIRE DE O. HAMANN SUR L'ANATOMIE DES OPHIURES ET DES CRINOÏDES (1).

La première partie de mon *Mémoire sur l'organisation et le développement de la Comatule de la Méditerranée* a paru dans les *Nouvelles archives du Muséum d'histoire naturelle* (2e série, t. IX) et en volume séparé, en 1886; cette première partie est relative surtout aux phases cystidéenne, phytocrinoïde et à la constitution de très jeunes Comatules n'ayant encore que quelques pinnules à chaque bras; elle comprend 300 pages de texte et 10 planches; le deuxième fascicule du même volume de ce recueil paru en 1887, comprend en outre 10 planches relatives à l'organisation des Comatules adultes, destinées à illustrer le texte du présent mémoire, dont le manuscrit a été remis à la rédaction des Archives du Muséum en octobre 1887, et qui paraît seulement aujourd'hui. En raison des retards que me faisait prévoir le mode de publication adopté pour les Archives du Muséum, j'ai publié au commencement de l'année 1888 dans la *Bibliothèque de l'École des Hautes études* (section des Sciences naturelles, t. XXXIV), un résumé des résultats principaux auxquels j'étais parvenu à ce moment et qui paraissent actuellement *in extenso*. Ces publications sont demeurées inconnues à Hamann, qui ne fait allusion qu'aux notes préliminaires imprimées au cours de mes recherches ou à ce que disent de mes résultats MM. Carl Vogt et Yung. Il est donc nécessaire de comparer les résultats de Hamann à ceux que j'ai antérieurement fait connaître, de déterminer ce qui appartient à chacun de nous et de discuter les points qui demeurent encore litigieux. Nous suivrons dans cette discussion l'ordre même adopté par Hamann.

Système nerveux. — Hamann déclare d'abord que le système nerveux des

(1) *Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft*. Bd XXIII, 2e und 3e Heft, p. 287, 1889.

Crinoïdes est partiellement épithélial, partiellement mésodermique ; j'avais énoncé le même résultat en 1886, p. 269 et p. 272 (1). Il distingue ensuite deux parties du système nerveux : le *système nerveux dorsal*, comprenant la coupe nerveuse qui entoure l'organe cloisonné, les cordons nerveux contenus dans l'axe externe des bras et leurs dépendances ; 2° le *système nerveux ventral* comprenant l'anneau péribuccal et les cordons latéraux découverts par Jickeli. Nous sommes sur ce point parfaitement d'accord. En outre, le schéma de la partie centrale du système nerveux dorsal publié en 1889 par Hamann est exactement celui qui résulte de la superposition des figures 147 à 151 de la planche 18 de mon mémoire paru en 1887, avec cette seule différence que la petite commissure transversale du chiasma a échappé à Hamann. Hamann pense avoir figuré le premier les cellules ganglionnaires contenues dans les cordons nerveux. J'ai longuement parlé de ces cellules dans la partie de mon travail paru en 1886, et je les ai figurées avec l'aspect qu'elles présentent dans les coupes longitudinales chez l'animal adulte.

A ce moment j'avais aussi publié de nombreuses figures de coupes transversales et longitudinales de troncs nerveux brachiaux (Pl. XIII, fig. 113 à 118 ; pl. XIV, fig. 122 ; pl. XX, fig. 161) ; cependant O. Hamann écrit (2) : « Les données de Perrier ne peuvent être contrôlées en raison de l'absence de figures et ne peuvent être considérées que comme des communications préliminaires. Je mentionnerai seulement qu'il considère, ainsi que Vogt, les troncs nerveux comme des cordons creux. » Je ne crois pas avoir jamais rien dit de pareil et toutes les figures que j'ai publiées protesteraient contre l'opinion que me prête ici Hamann, si je n'avais décrit moi-même en 1873 (3) les troncs en question comme des *cordons pleins*.

Hamann ne mentionne pas le mode de naissance des branches nerveuses des pinnules par une double racine, disposition intéressante qui est figurée pour la première fois dans mon travail. Hamann ne figure jamais que quatre cordons nerveux, naissant des troncs brachiaux ou pinnulaires ; c'est, en effet, ce que l'on constate le plus habituellement ; cependant il paraît exister aussi une troisième catégorie de cordons nerveux entre les deux paires principales, quoique à un niveau différent. On peut interpréter cette paire moyenne, soit comme une paire autonome, soit comme résultant du déplacement de l'une des deux autres, de sorte que la divergence entre nos résultats est plus apparente que réelle.

J'ai décrit, comme Hamann, mais en 1886, la gaîne nerveuse qui enveloppe le double canal axial des cirres.

(1) Les renvois aux pages sont ceux du volume tiré à part.
(2) Loc. cit., p. 295.
(3) *Archives de zoologie expérimentale*, t. II, fig. 40.

J'ai retrouvé, comme Hamann et avant la publication de son travail, le système nerveux ventral signalé par Jickeli pour la première fois en 1884. Son existence ne peut faire de doute. Mes observations sont, d'une manière générale, d'accord avec celles de Hamann; toutefois cet anatomiste ne décrit pas les commissures qui existent entre les deux nerfs latéraux des canaux radiaux, ni la troisième branche nerveuse sous-ambulacraire qui apparaît sur certaines coupes et dont nous avons déjà indiqué l'existence en 1886. Ajoutons que des branches issues des nerfs intermédiaires, entre les nerfs ambulacraires, mettent en communication l'anneau péribuccal avec les troncs nerveux radiaux, comme le montre l'une de nos figures, disposition importante, puisqu'elle assure l'unité des centres nerveux et dont Hamann ne parle pas. Hamann a d'ailleurs signalé dans les bras et les pinnules des branches de communication entre les troncs brachiaux dorsaux et les nerfs latéraux ventraux. Ces branches de communication sont bien alternées, comme le dit cet auteur.

L'habile zoologiste allemand confirme l'interprétation que j'ai donnée en 1873 des papilles des tentacules dont Jickeli avait déjà revu le filament axial, contesté par Ludwig et les soies terminales. Les cellules qui entourent à sa base le filament axial et qui ont été indiquées par Jickeli sont figurées pour la première fois, en 1886, pl. IX, fig. 86 de mon mémoire. Hamann figure de nouveau les terminaisons nerveuses dans le tégument brachial que j'avais déjà représentées dans les planches publiées en 1887 (*loc. cit.*, pl. XIV, fig. 123). J'ai trouvé depuis dans les téguments du disque des terminaisons analogues. Hamann n'indique aucune des parties que je décris dans ce travail sous le nom de nerfs moteurs, non plus que les cordons nerveux des rayons syzygiaux représentés pl. I, fig. 167 du t. I de la 3ᵉ série des *Archives du Muséum*.

D'après l'examen de séries de coupes, Hamann affirme, comme Ludwig et Herbert Carpenter, que les tubes hydrophores se terminent librement dans les lacunes de la cavité générale. Mais il ne figure ni ne décrit leur mode de terminaison. Il ne fait aucune mention de la représentation que j'ai donnée pour la première fois (*loc. cit.*, pl. XVI, fig. 138) de cette terminaison, ni de la description que j'en ai publiée en 1888 dans la *Bibliothèque des Hautes études*, t. XXXIV, art. n° 4, page 31. Ce sont pourtant les seules preuves décisives qui aient été données de la libre communication de ces tubes avec la cavité générale. Les figures et la description que j'ai publiées en même temps, des dispositions des entonnoirs vibratiles et des tubes intrapariétaux qui leur font suite chez les *Antedons rosacea* et *phalangium* (*loc. cit.*, pl. XI, fig. 104, 105, 106, 107; pl. XII, fig. 108, 109, 110; pl. XV, fig. 124; pl. XVI, fig. 134 et 137 montrent que les dispositions de ces organes sont beaucoup plus complexes et

beaucoup plus intéressantes que les figures publiées jusque-là, et celles même de Hamann ne le laisseraient supposer.

L'absence de tout rapport entre l'organe cloisonné et les canaux absorbants que j'ai indiquée dans le schéma de la planche XX est confirmée par Hamann, contrairement à l'opinion des précédents auteurs, et cet anatomiste décrit comme moi les rapports entre cet organe et la cavité des cirres. J'avais, dès 1886, montré que les cavités de cet organe sont des dépendances de l'entérocèle, comme l'a vu depuis Bury.

Hamann admet, comme une formation normale, un schizocèle, le vaisseau nervien de Ludwig, il y représente même un *endothélium*. Il est certain que cette cavité existe souvent chez l'animal adulte; mais nous avons dit les raisons qui nous font douter de son existence normale; en tous cas, ce schizocèle n'a qu'une faible importance.

Par l'auteur allemand le système de canaux absorbants est décrit comme un système de lacunes très développé « en ce qu'il présente constamment des espaces endigués, dans lequel le liquide sanguin est enfermé » : des lacunes endiguées sont, en somme, de véritables canaux ; il n'y a donc aucune différence essentielle entre notre manière d'envisager les choses et celle de Hamann. Toutefois ce dernier n'a pas suffisamment distingué ces canaux des lacunes proprement dites qui les entourent; il ne semble pas avoir aperçu l'organe spongieux, et ne donne aucun détail sur sa structure. Le prétendu « réseau central de l'appareil circulatoire » de Ludwig est décrit par Hamann comme un organe glandulaire. Mais il ajoute : « Perrier considère maintenant l'organe glandulaire comme le stolon d'un individu stérile qui arrive à maturité dans les pinnules, ou individus sexués. Si je ne puis, en ce moment, me ranger à cette manière de voir d'après des documents d'embryogénie ou d'anatomie comparée, j'ai déjà cependant apporté des arguments en faveur de l'idée que l'organe glandulaire des Astérides (Echinides) [*sic*] est en rapport avec les rachis génitaux. J'ai trouvé que ces derniers étaient remplis de cellules (cellules germinatives) qui ressemblent tout à fait à celles qu'on trouve dans l'organe glandulaire et que les rachis génitaux étaient unis directement avec lui. Les cellules germinatives mûrissent, chez les Crinoïdes, dans les pinnules, ce qui a lieu dans les inter-radius chez les Astérides, où on les désigne à leur état de maturité sous le nom d'organes génitaux (1) ». Ces observations tendent donc à confirmer le rôle que nous avons attribué à l'organe que, jusqu'à mes recherches, on considérait comme une dépendance de l'appareil vasculaire.

Enfin, Hamann attribue comme moi la qualité de muscles aux fibrilles des

(1) Loc. cit., p. 342.

bras et des cirrhes dont on faisait jusqu'ici des ligaments, mais au sujet desquelles MM. Carl Vogt et Yung avaient déjà fait les réserves dont nous avons parlé précédemment.

Il résulte de cette discussion qu'on peut considérer comme accompli, dans ses traits généraux, l'accord entre les anatomistes relativement à l'organisation des Comatules. Il n'y a pas lieu de regretter qu'Hamann n'ait pas pris connaissance de mes travaux puisqu'il est arrivé d'une manière indépendante, en 1889, à des résultats à peu près identiques à ceux que j'ai publiés moi-même en 1887 et 1888.

Dans ce travail, Hamann arrive à une autre conclusion qu'il importe de relever en ce qui concerne les Étoiles de mer. Wilson (1860), Lange (1876) ont décrit comme éléments nerveux des cellules qui forment le revêtement interne du tégument ambulacraire des Étoiles de mer. Ludwig, puis Hamann ont refusé à ces cellules une telle signification. Je leur ai restitué cette qualité dans une note publiée en 1886, dans les comptes rendus de l'Académie des sciences. Dans un travail de début publié en 1887 (1), M. Cuénot s'est élevé contre cette détermination; il figure ces cellules comme un épithélium cubique cilié, et il a cru apporter ainsi une confirmation aux recherches de Ludwig et de Hamann. Or, Hamann écrit aujourd'hui : « Chez les Astérides et les Ophiures, Lange a décrit sur le côté dorsal du tronc nerveux un revêtement de cellules et de fibrilles qu'il considère comme représentant exclusivement le nerf. Ludwig s'est élevé contre cette détermination et je m'étais associé à son opinion en ce qui concerne les Étoiles de mer. Par l'observation ultérieure des Ophiures, comme le montre le présent travail, je suis arrivé à d'autres résultats. Un nouvel examen de mes préparations et de nouvelles séries de coupes, m'ont montré qu'incontestablement ce revêtement cellulaire ainsi que ces fibrilles est de nature nerveuse chez les Astérides aussi bien que chez les Ophiurides. » Sur la nature des cellules de la cavité sous-ambulacraire, comme sur la communication du tube hydrophore avec la cavité de l'organe sacciforme, comme sur le mode de formation des tubes du crible madréporique chez les jeunes Asterias, comme sur le sens d'un grand nombre de passages de mes mémoires qu'il cite sans les avoir lus avec une attention suffisante pour avoir le droit de les critiquer, M. Cuénot s'est donc trompé.

(1) *Archives de zoologie expérimentale*, volume supplémentaire.

EXPLICATION DES PLANCHES

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XI.

Fig. 101. — Coupe transversale dans une pinnule orale d'une *Antedon rosacea* adulte montrant en *fv* trois fossettes vibratiles situées sur le fond du canal dorsal dont l'épithélium spécial est nettement distinct. Les trabécules rayonnant dans la substance calcaire de la pinnule viennent s'attacher au cordon nerveux *n* et paraissent contenir eux-mêmes une proportion inusitée d'éléments nerveux (oc. 1, obj. 3 tube baissé, Vérick. Gross. = 220).

Fig. 102. — Coupe longitudinale à travers la partie dorsale d'une pinnule orale d'*Antedon rosacea*. Le canal dorsal *cd* est ouvert et montre en *fv* quatre fossettes vibratiles (oc. 1, obj. 2, tube tiré, Vérick. Gross. = 170).

Fig. 103. —Fossette vibratile du canal dorsal d'une pinnule orale vue en diverses positions (oc. 1, obj. 2, tube tiré, Vérick).

Fig. 104. — Coupe suivant un méridien du tégument de la face ventrale du corps d'une *Antedon rosacea* adulte montrant en I une brusque inversion dans la direction des entonnoirs vibratiles *sb* et des tubes *st* qui les prolongent (oc. 1, obj. 0, tube tiré, Vérick. Gross. = 130).

La partie inférieure de cette coupe, dont le numéro a été omis sur la planche, est représentée à un plus fort grossissement dans la figure 108 de la planche XII.

Fig. 105. — Deux entonnoirs vibratiles du tégument ventral d'une *Antedon rosacea*, greffés sur un même canal *st* (oc. 1, obj. 3, tube tiré, Vérick).

Fig. 106. — Coupe méridienne à travers la membrane péribuccale du disque d'une *Antedon phalangium*, montrant la continuité des entonnoirs vibratiles *s* à *s'* avec le revêtement épithélial des trabécules fibreux *mc*, *mc'* de la cavité viscérale, dont les intervalles ont sur les coupes l'apparence de canaux *st* ; *i*, canaux du plexus labial (oc. 1, obj. 3, tube baissé, Vérick. Gross. = 220).

Fig. 107. — Coupe méridienne dans la région péribuccale d'une *Antedon rosacea* adulte. — Les canaux du plexus labial *i*, irréguliers et bosselés, forment au-dessous du plancher buccal une sorte de lacis compliqué, dans lequel les véritables canaux sont séparés par des trabécules fibreux *mc*, *mc'*. En *s* un entonnoir vibratile conduit dans les mailles du réseau de trabécules, occupées par les canaux du plexus. Un de ces canaux paraît en *st* en continuité avec un entonnoir. Les tubes hydrophores *h*, s'engageant parmi les trabécules fibreux ; ils ne sont pas coupés de manière que leur mode de terminaison soit évident (oc. 1, obj. 2, tube tiré, Vérick).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XII.

Fig. 108. — Partie inférieure, grossie, de la section méridienne représentée figure 104. Les entonnoirs vibratiles *s* sont dirigés vers le bas du calice et se continuent par des tubes *st* qui s'anastomosent mais dont aucun ne s'ouvre directement dans la cavité générale (Oc. 1, obj. 3, tube baissé).

Fig. 109. — Deux entonnoirs vibratiles de la partie supérieure de la même coupe pénétrant dans la cavité des gaines des canaux absorbants (même grossissement).

Fig. 110. — Deux entonnoirs vibratiles *s* de l'*Antedon phalangium* conduisant de même dans les trabécules conjonctifs de la cavité générale. (Pour comparer cette figure à la précédente, la retourner de 90° en mettant en haut sa partie gauche ; même grossissement).

Fig. 111. — Une fossette vibratile du canal dorsal de l'*Antedon phalangium* (oc. 1, obj. 7 tube tiré, Vérick. Gross. = 650).

Fig. 112. — Coupe verticale à travers la partie médiane d'un disque d'*Antedon rosacea*. L'organe dorsal *ig* (stolon génital et canaux qui l'enveloppent) s'y trouve représenté dans toute son étendue; les canaux du plexus génital se montrent en continuité avec ceux qui forment le lacis péri-œsophagien et qui se continuent eux-mêmes avec les diverses parties de l'organe spongieux *is;* en *e''*, appendices lobés de l'intestin ou *foie* (oc. 1, obj. 0, Vérick).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XIII.

Fig. 113 à 118. — Une série de coupes successives à travers un bras d'*Antédon rosacea* adulte dans la région d'une syzygie (oc. 1, obj. 0, tube tiré).

Fig. 113. — Les cavités sous-tentaculaires et la cavité dorsale sont de grandeur moyenne et leurs parois sont simples. Des nerfs naissent du tronc *n*.

Fig. 114. — Les deux cavités sous-tentaculaires *cst*, *cst'* sont un peu rétrécies et leurs parois, ainsi que celle de la cavité dorsale *cd*, sont renforcées par des fibres qui pénètrent dans le tissu conjonctif de la partie calcaire des bras.

Fig. 115. — Les cavités sous-tentaculaires *cst*, *cst'* sont plus rétrécies que dans la coupe précédente et leurs parois présentent un appareil fibreux plus développé. La cavité dorsale *cd* se prolonge vers l'axe du bras en un diverticule *cy* correspondant à un rayon syzygial qui atteint la cavité où est logé le tronc nerveux *n*. De cette cavité partent les rayons *cy'* caractéristiques de la syzygie.

Fig. 116. — Les trois cavités *cst*, *cst'* et *cd* reviennent à des dimensions moyennes, et leurs parois commencent à perdre leur appareil fibreux.

Fig. 117. — Les trois cavités ont repris à peu près les mêmes dimensions que dans la figure 117 et leurs parois sont simples; à droite se voit un muscle interarticulaire, μ. Dans la cavité dorsale on aperçoit des saillies vibratiles ω.

Fig. 118. — La cavité dorsale *cd* envoie un diverticule entre les deux muscles; ce diverticule cloisonné transversalement dans cette coupe, est simple dans la suivante.

Fig. 119. — Coupe longitudinale d'une pinnule contenant un testicule T bien développé. — τ, base des papilles saillantes à l'intérieur du testicule d'où se détachent les cellules spermatiques; τξ, enveloppe fibreuse du testicule (oc. 1, obj. 2, tube baissé, Vérick).

Fig. 120. — Coupe pratiquée un peu plus avant dans la même pinnule et montrant les papilles testiculaires τ dans toute leur étendue.

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XIV.

Fig. 121. — Connexion des fibres musculaires μ, μ' avec le tissu conjonctif de la partie calcaire des bras B, dans l'*Antedon rosacea* (oc. 1, obj. 7, tube tiré, Vérick).

Fig. 122. — Portion d'une coupe longitudinale d'un bras d'*Antedon rosacea*, montrant le tronc nerveux *n*, avec son cylindre ganglionnaire, représenté en coupe par une double rangée de cellules nerveuses $n\sigma$. De ce tronc se détachent un rameau nerveux sensitif ν et un rameau moteur $m\nu$, occupant la région médiane du muscle μ; — $m\sigma$, cellules bipolaires réparties dans l'épaisseur du muscle (oc. 1, obj. 3, tube baissé, Vérick).

Fig. 123. — Structure et terminaison de deux branches du nerf sensitif ν, représenté dans la figure précédente. — σ, cellules nerveuses (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 124. — Plaques de masses ovoïdes de cellules ganglionnaires, situées aux extrémités des muscles hyalins et d'où se détachent, pour pénétrer dans l'épaisseur du muscle, des cellules bipolaires (σ') réunies par de délicats filaments nerveux (oc. 1, obj. 7, tube tiré, Vérick).

Fig. 125. — Une des masses ganglionnaires représentées dans la figure précédente, plus grossie (oc. 1, obj. 10 à immersion, tube tiré, Vérick).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XV.

Fig. 124 (1). — Coupe verticale pratiquée dans la région buccale d'une *Antedon phalangium* adulte et intéressant le plexus labial (Oc. 1, obj. 3, tube baissé). — *ct*, canal ambulacraire péribuccal; — *h*, tubes hydrophores; — *il*, coupes des canaux du plexus labial; — *mi*, tractus membraneux séparant ces canaux les uns des autres; — *mvs*, tractus membraneux de la cavité générale; *s*, entonnoirs vibratiles; — *is*, canaux intrapariétaux et dont l'un paraît conduire dans un trabécule contenant un canal du plexus labial; — *sl*, paroi du sac enveloppant le plexus labial.

Fig. 125, 126 et 127. — Extrémités de tentacules ambulacraires, garnies de papilles et montrant les aspects divers du filament axial des papilles dont l'existence a été contestée par Ludwig. Sur l'une des papilles de la figure 125, deux des cellules qui forment la paroi de la papille et enveloppent le filament, ont été dessinées en coupe optique. Dans la figure 126 le filament semble ramifié, ce qui est simplement le résultat d'une superposition accidentelle; dans la figure 127, il est interrompu par un renflement nucléaire.

Fig. 128 à 131. — Coupes horizontales successives dans une jeune Comatule présentant 27 pinnules à chaque bras. Les coupes se succèdent à partir de la région buccale et sont orientées de manière que l'interambulacre anal soit dirigé vers le bas de la planche. — *b*, œsophage présentant une couche épithéliale festonnée, reposant sur une couche nerveuse, elle-même entourée d'une couche de fibres annulaires la séparant de l'anneau ambulacraire péribuccal (fig. 128 et 129); — *ct*, anneau ambulacraire péribuccal; — *c*, intestin; — *h*, tubes hydrophores; celui qui est représenté fig. 128, est le tube hydrophore anal : — *hb*, origine des tubes hydrophores; — *ib*, organe spon-

(1) Les numéros 124 et 125 ont été, par erreur, répétés sur les planches XIV et XV; mais la combinaison de ces numéros de figures avec les numéros des planches ne permet aucune confusion.

gieux principalement développé du côté droit; — *il*, canaux absorbants en continuité avec l'organe spongieux et contribuant à constituer le plexus labial; — *ir*, canal accompagnant le rectum; — *is*, *io*, canaux du plexus interviscéral naissant pour la plupart de la membrane péritonéale qui recouvre le tube digestif; — *r*, rectum; — R, gouttière ambulacraire radiale; — α, points où les canaux du plexus viscéral viennent se rattacher à la membrane péritonéale; — *t*, tentacules ambulacraires; — *s*, entonnoirs vibratiles; — *sv*, paroi du corps; — *z*, corps sphériques.

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XVI.

Fig. 132. — Coupe horizontale dans une jeune *Antedon rosacea*, présentant 27 pinnules à chaque bras, et faisant suite aux précédentes (Même combinaison optique). — B_1 à B_5, bras numérotés dans leur ordre d'apparition; — D, tube digestif; — *f*, diverticules dépendant de l'intestin et peut-être de nature hépatique; — *g*, stolon génital; — *ig*, canaux du plexus génital; — *iv*, canaux du plexus viscéral; — *ir*, canal marginal dorsal de l'intestin se prolongeant sur le rectum; — *su*, paroi du corps; — *sv*, sac viscéral; — *mg*, tractus membraneux de la cavité viscérale; — μ, muscles réfringents unissant la troisième radiale aux premières brachiales.

Fig. 133. — Figure combinée à l'aide de la superposition des tracés de plusieurs coupes successives, de manière à montrer l'agencement des canaux du plexus viscéral dans la région de ces coupes. La première des coupes combinées est représentée isolément fig. 132 (Même série de coupes et mêmes combinaisons optiques que dans les figures 128 à 131). — D_1, contour du tube digestif dans la coupe la plus élevée; — D_2, contour du tube digestif dans la coupe la plus basse; d'ailleurs mêmes lettres que dans la figure précédente.

Fig. 134. — Coupe d'une portion du disque d'une *Antedon rosacea*, adulte, montrant la communication d'un canal intrapariétal *is*, faisant suite à un pavillon vibratile avec une des cavités sous-tentaculaires, *cst*; *z*, corps sphérique (oc. 1, obj. 7, tube baissé).

Fig. 135. — Coupe verticale d'une portion de l'organe spongieux d'une *Antedon rosacea*, adulte. — *sl*, sac membraneux enveloppant le plexus labial et l'organe spongieux; — *fc*, trabécules membraneuses s'insérant sur le sac précédent et pénétrant entre les lobes de l'organe spongieux; — *pl*, substance de l'organe spongieux (oc. 1, obj. 3, tube baissé).

Fig. 136. — Portion inférieure de la précédente figure plus grossie, de manière à montrer les éléments anatomiques fusiformes ou multipolaires qui constituent la plus grande partie de l'organe spongieux; mêmes lettres que dans la figure précédente (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 137. — Coupe de la paroi du corps d'une *Antedon rosacea*, adulte, montrant la communication d'un canal intrapariétal avec l'espace compris entre la paroi du corps ou sac nucléaire et le feuillet pariétal du sac viscéral. — *s*, un pavillon vibratile du groupe inférieur; — *su*, paroi du corps; — *is*, tube intrapariétal; — *mp*, feuillet pariétal du sac viscéral; — β, communication du tube intrapariétal avec l'espace compris entre la paroi interne du corps et la paroi externe du sac viscéral.

Fig. 138. — Deux tubes hydrophores d'une *Antedon rosacea* adulte, s'ouvrant librement dans les mailles du plexus circumbuccal et dont les parois se réfléchissent à leur extrémité libre. — *fc*, trabécules membraneuses du plexus labial; — *h*, tubes hydrophores; — *il*, canaux du plexus labial; — α, épithélium cilié des tubes hydrophores; — β, fine membrane nucléaire enveloppant ces tubes et se continuant vers l'extrémité réfléchie des tubes hydrophores; — γ, extrémité libre de ces tubes; — δ, lumière des tubes

hydrophores; ε, chambre dans laquelle ces tubes sont contenus, et auprès de laquelle arrivent les canaux du plexus, si bien qu'ils semblent parfois en continuité avec ses parois (oc. 1, obj. 7, tube baissé).

Fig. 139. — Coupe de la paroi du corps d'une *Antedon rosacea* adulte, montrant les diverticules *p*, *c*, *d*, de la cavité générale qui se prolongent dans le tissu fibrillaire d'un rayon syzygial *cy* (oc. 1, obj. 3, tube baissé).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XVII.

Fig. 139 *bis* à 142. — Coupes successives dans la partie inférieure du sac viscéral de la Comatule à 27 pinnules à laquelle sont déjà relatives les figures 128 à 133. — Mêmes lettres et mêmes combinaisons optiques que pour ces figures; en outre, — *n*, tronc nerveux dorsal; — *ig*, cercle d'anastomose entre le plexus viscéral et le plexus génital; — *cd*, diverticules radiaux de la cavité générale; — *cv*, cupule vibratile de la cavité dorsale des bras.

Fig. 143. — Coupe de la cavité génitale d'un bras d'*Antedon rosacea* adulte, femelle. — *c*, cloison verticale séparant les deux cavités sous-tentaculaires; — *cst*, *cst'*, cavités sous-tentaculaires; — *cg*, cavité génitale; — *rg*, tube génital; — α, épithélium des cavités sous-tentaculaires; — β, filaments issus de cellules fusiformes ou étoilées et unissant le tube génital aux parois de la cavité (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 144. — Coupe dans un tube génital, encore contenu dans le disque. — α, membrane enveloppant le tube formé par l'épithélium génital; — β, épithélium génital; — γ, éléments libres dans la cavité du tube (oc. 1, obj. 10, imm., tube tiré).

Fig. 145. — Épithélium de la cavité dorsale ou cavité cœliaque des bras (oc. 1, obj. 10, imm., tube tiré).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XVIII.

Fig. 146 à 150. — Suite des coupes horizontales de l'*Antedon rosacea*, à 27 pinnules, représentée dans les planches précédentes, fig. 127 à 133, 139 *bis* à 142. — Ces nouvelles coupes intéressent la partie inférieure du calice; elles sont numérotées de haut en bas, d'après leur position naturelle. — Mêmes lettres que dans les figures précédentes, en outre cn_1, cn_2, commissures transversales entre les deux nerfs brachiaux d'une même paire; — *ch*, commissures croisées en chiasma; — *cd*, diverticules radiaux traversant les cordons nerveux radiaux; — *co*, organe cloisonné; — *ao*, prolongement tubulaire des chambres de l'organe cloisonné dans les cirres; — *an*, enveloppe nerveuse de ces prolongements; — n_1, commissure circulaire externe unissant les cinq troncs nerveux radiaux; — A, cirres; — N, troncs nerveux dorsaux; — R, substratum conjonctif de la plaque calcaire qui recouvre l'organe cloisonné; — λ, sutures des premiers radiales soit entre elles, soit avec les secondes radiales.

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XIX.

Fig. 152. — Figure obtenue par la superposition de plusieurs coupes successives faisant suite à celles qui ont été combinées pour obtenir la figure 133 de manière à montrer une nouvelle partie des plexus viscéral et labial. — Mêmes lettres que pour la figure 132.

Fig. 153. — Figure combinée faisant suite à la précédente et obtenue par la superposition des coupes représentées dans les figures 140, 141, 142, 146 et 147. — Mêmes lettres que dans les figures 132, 152 et dans les figures 140, 141, 142, 146 et 147.

Fig. 154. — Lobe du stolon génital auquel viennent se raccorder des canaux du plexus génital, eux-mêmes en continuité avec ceux du plexus labial. — *ig*, canaux du plexus génital; — *gk*, masses lobées d'où naissent ces canaux et qui paraissent être des parties différenciées du stolon génital; *g*, stolon génital (oc. 1, obj. 3, tube tiré).

Fig. 155. — Fibres qui, dans un rayon syzygial, vont de l'une à l'autre des pièces formant la syzygie. — α, substance hyaline du tissu calcifère et ses noyaux; — β, fibre du rayon syzygial; — γ, son noyau; — δ, plage foncée qu'on aperçoit dans la plupart des rayons syzygiaux et qui, au premier abord, donne l'impression que ces rayons contiennent une cavité; — ε, intervalle des fibres (oc. 1, obj. à imm. 10, tube tiré).

Fig. 156. — Coupe à travers la région terminale d'une pinnule femelle de l'*Antedon rosacea* adulte. — *et*, canal tentaculaire; — *est*, cavités sous-tentaculaires; — *sb*, paroi de la pinnule; — *cg*, cavité ovarienne; — *t*, tentacule; — *z*, corps sphériques; — ξ, bandelette sous-épithéliale du canal ambulacraire; μ, muscle; ω, œuf déjà différencié; ω′, cellules ovigènes (oc. 1, obj. 2, tube tiré).

Fig. 157. — Portion d'œuf entourée de son follicule. — α, follicule formé de cellules ovigènes qui ne poursuivent pas leur développement; β, œuf (Oc. 1, obj. 7, tube tiré).

DEUXIÈME SÉRIE, TOME IX. — PLANCHE XX.

Fig. 158. — Portion d'ovaire d'*Antedon rosacea* fortement grossi, montrant des œufs à différents états de développemement et des cellules ovigènes dont les formes diverses indiquent la grande contractilité. — *vt*, Vitellus de l'œuf; — *vg*, vésicule germinative; — *tg*, tache germinative; — ω, œufs différenciés; — ω′, cellules ovigènes. — Les œufs les plus gros sont entourés d'une zone claire à laquelle viennent parfois s'accoler des cellules ovigènes. Le follicule n'est encore formé nulle part (oculaire 1, objectif 7, tube tiré).

Fig. 159. — Coupes de canaux appartenant au plexus génital dans le voisinage du stolon génital d'une *Antedon rosacea* adulte. — ω, Épithélium des canaux; — α, membrane péritonéale (oc. 1, obj. 7, tube baissé).

Fig. 160. — Coupe de la gouttière ambulacraire d'une *Antedon rosacea* mâle adulte. — *cn*, couche nerveuse sous-épithéliale finement réticulée, avec cellules ganglionnaires à sa partie interne et faisceaux fibrillaires qui la traversent; — *cs*, cloison de séparation des deux cavités sous-tentaculaires; — *ft*, couche fibreuse; — *t*, feston intercalé entre deux tentacules; — φ, épithélium de la gouttière formé d'une seule rangée de longues cellules qui paraissent en couche multiple à cause de l'épaisseur de la coupe et de la différence de hauteur des noyaux; les noyaux seuls sont figurés, la forme naviculaire qu'ils semblent présenter ici est un simple effet d'optique, résultant de la superposition des cellules et de l'intersection de leurs coupes optiques (voir fig. 174); — φ′, cuticule constituée par les plateaux des cellules sous-jacentes; — φ″, cils vibratiles; — γ, ponctuations correspondant aux nœuds et aux filaments du réseau nerveux sous-épithélial; — α, prétendu vaisseau nervien; — ε, filaments qui traversent presque verticalement la lumière du canal tentaculaire; — ξ, fibres longitudinales situées entre la bandelette nerveuse et le canal ambulacraire; — *z*, corps sphériques (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 161. — Portion d'une coupe verticale pratiquée dans un bras d'*Antedon rosacea* femelle adulte, montrant les relations des corbeilles ou cupules vibratiles de la cavité

cœliaque avec l'axe nerveux du bras. — ω, cupules vibratiles; — *y* (gravé par erreur γ), cuticule surmontée de cils de l'épithélium de ces cupules; — C, réseau calcifère; — τγ, fibrilles nucléées contenues dans la substance hyaline de ce réseau; — *n*, fibrilles nerveuses; — γ, cellules ganglionnaires (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 162. — Coupe schématique verticale, tangentielle au bord buccal droit et passant par le centre de la plaque centro-dorsale d'une *Antedon rosacea* presque adulte. — A, cirres complètement formées; — *Ar*, cirres en voie de formation; — AB, diverticules radiaux de la cavité cœliaque et du cercle basilaire; — D, tube digestif; — N, coupe nerveuse centro-dorsale; — R, rosette; — *ct*, canal tentaculaire; — *cst*, cavités sous-tentaculaires séparées par une cloison fenestrée; — *cd*, cavité dorsale ou cœliaque; — *cg*, cavité génitale; — *f*, cœcums hépatiques; — *g*, stolon génital ou corps plastidogène axial; — *h*, tubes hydrophores; — *id*, canaux d'anastomose du plexus labial et du plexus viscéral; — *ig*, canaux du plexus génital; — *il*, canaux du plexus labial; — *iv*, canaux du plexus viscéral; — *n*, axes nerveux radiaux; — *o*, chambre de l'organe cloisonné; — *p*, prolongement filamenteux du stolon génital et de ses enveloppes jusqu'au centre de la plaque centro-dorsale; — *rg*, rachis génital; — *sl*, entonnoirs vibratiles péribuccaux conduisant l'eau dans les lacunes du plexus labial et de la cavité axiale (deux de ces entonnoirs figurés en bleu indiquent des communications qui semblent résulter de l'aspect de quelques préparations entre les canaux du plexus labial et l'extérieur); — *sg*, entonnoirs vibratiles du groupe inférieur conduisant l'eau dans les cavités sous-tentaculaires radiales; — *tp*, tentacules péribuccaux disposés par groupes de quatre et séparant les uns des autres les cinq canaux radiaux; — *tr*, tentacules nés des canaux radiaux; — *sg* (gravé par erreur *cg*), syzygie; — λ, couche fibrillaire dite ligamenteuse (muscle hyalin) des articulations des bras; — μ, couche fibreuse dite musculaire (muscle réfringent).

TROISIÈME SÉRIE, TOME II. — PLANCHE I.

Fig. 163. — Double racine par laquelle les nerfs des pinnules se rattachent aux nerfs brachiaux. — N, nerf brachial figuré en coupe longitudinale; — N*p*, nerf d'une pinnule se rattachant par deux racines au nerf brachial; — N*f*, nerf des muscles hyalins fibrillaires; — *g*, amas de cellules ganglionnaires de ces muscles; — λ, muscles hyalins fibrillaires; — μ, muscles réfringents fibreux (oc. 1, obj. 2, tube baissé, Vérick Gross = 105).

Fig. 164. — Terminaison d'un nerf sensitif dans le tégument d'une pinnule; — *n*, nerf; — *nt*, bouquet de cellules terminales munies de bâtonnets sensitifs; — *e*, épithélium plus épais au voisinage du bouquet terminal (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 165. — Nerfs fournis par l'axe nerveux dans un article de pinnule au niveau du sommet de la surface de séparation des muscles hyalins et des muscles réfringents. — N, tronc axial; — n_1, n_2, n_3, n_4, nerfs latéraux qu'il fournit numérotés du sommet vers la base du bras; — le nerf n_1, se réfléchit à la surface interne des téguments; — *nt*, bouquets de cellules dans lesquels on perd la plupart des nerfs latéraux; — *c*, tissu calcifère; — *d*, couche tégumentaire; — λ, muscles hyalins fibrillaires; — μ, muscles réfringents fibreux; — μ*o*, membrane nucléée de la région moyenne en continuité avec l'enveloppe de l'axe nerveux (oc. 1, obj. 2, tube tiré).

Fig. 166. — Origine des nerfs des muscles hyalins fibrillaires. — N, tronc nerveux axial; — *g*, cellules ganglionnaires à l'origine du nerf; — λ, faisceaux fibrillaires des muscles hyalins; — μ faisceaux d'un muscle réfringent avec les noyaux propres des fibres (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 167. — Origine des nerfs des rayons syzygiaux. — *sg*, rayons syzygiaux; — *ns*, nerfs qui longent les rayons perpendiculairement à la direction des fibrilles qui les constituent; le reste comme dans les figures précédentes. Cette figure représente une portion de la préparation dont une autre partie voisine est représentée par la figure 163. Même grossissement que pour cette figure (oc. 1, obj. 2, tube baissé).

Fig. 168. — Portion terminale d'un nerf appartenant à un feston intertentaculaire; — *cn*, nerf se raccordant avec une branche issue du nerf axial; — *gn*, gaine du nerf; — *t*, tentacule; — *cst*, une des cavités sous-tentaculaires (oc. 1, obj. 2, tube tiré).

Fig. 169. — Branche nerveuse *cb*, issue de l'un des troncs radiaux et remontant le long du tégument du disque; d'autres branches nerveuses, issues de l'anneau buccal, peuvent être suivies jusqu'au voisinage de cette branche, double disposition qui rend probable l'existence d'anastomoses entre l'anneau nerveux buccal et les nerfs radiaux, issus de la coupe dorsale (oc. 1, obj. 2, tube tiré).

Fig. 170. — Portion de l'anneau nerveux buccal. — Bg_1, Bg_2, gouttières ambulacraires brachiales résultant de la bifurcation de la gouttière radiale gauche postérieure; — *Nb*, portion de l'anneau nerveux buccal; — *n*, nerfs se rendant à un feston intertentaculaire; — *na*, branche nerveuse née de l'anneau buccal et se dirigeant vers le réseau nerveux sous-épithélial; — *nst*, réseau nerveux inter-épithélial; — nb_1, nb_2, nerfs collatéraux de la gouttière ambulacraire; — *nbs*, nerf sous-ambulacraire médian; — ξ, bandelette fibreuse; — *h*, coupes de tubes hydrophores; — *st*, un canal intrapariétal; — *t*, tentacule; — *l*, lacunes (oc. 1, obj. 2, tube baissé).

Fig. 171. — Commissure entre les deux nerfs ambulacraires collatéraux sous la gouttière ambulacraire radiale droite, postérieure. — nr_1, nr_2, nerfs latéraux; — *cr*, commissure; — *nst*, réseau sous-épithélial s'étendant jusqu'au voisinage de l'un des nerfs collatéraux; — R*dp*, gouttière ambulacraire radiale droite postérieure (oc. 1, obj. 2, tube baissé).

TROISIÈME SÉRIE, TOME II. — PLANCHE II.

Fig. 172. — Coupe du tronc nerveux axial dans un bras; — *c*, lacunes du tissu calcifère, remplies par le calcaire; — *fc*, fibrilles des trabécules du tissu calcifère; — *nc*, corpuscules nucléés des nœuds de ce tissu; — *sp*, réticulum ou substance ponctuée du tronc nerveux; — *n*, nerfs sensitifs; — *ns*, nerf d'un rayon syzygial; — α, cellules ganglionnaires de la partie inférieure de l'axe nerveux; — β, cellules ganglionnaires formant dans l'axe nerveux une sorte de cylindre continu; — γ, amas de cellules le long de la ligne médiane supérieure de l'axe nerveux; — δ, cellules ganglionnaires éparses dans la substance ponctuée; — *en*, cellules de la gaine conjonctive de l'axe nerveux (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

Fig. 173. — Coupe d'une portion du tégument du disque, montrant des sections de gros troncs nerveux fournissant des branches sensitives terminales. — *n*, branches nerveuses principales; — *nt*, ramuscules terminaux à fibrilles divergentes en rapport avec des bouquets de cellules sous-épithéliales; — γ, éléments conjonctifs à prolongements ramifiés; — *m*, amas cellulaires dans la substance hyaline du tégument qui contient aussi des éléments fusiformes et étoilés; — A, couche externe et B couche interne des téguments plus fortement colorées par l'éosine (oc. 1, obj. 7, tube baissé).

Fig. 174. — Épithélium de l'œsophage formé de longues cellules disposées sur un seul rang; — *e*, cellule à noyau allongé; *e'* cellules à gros noyau ovoïde; — *e''*, cellules basilaires à gros noyaux; — *ep*, cuticule formé par les plateaux des cellules; — *nr*, réseau nerveux inter-épithélial dans lequel viennent se perdre les prolongements

ramifiés des cellules; — *p*, éléments de la membrane péritonéale; — *f*, élément fusiforme pénétrant dans le réseau nerveux (oc. 1, obj. 10, à immersion tube baissé).

Fig. 175. — Épithélium de l'intestin, à longues cellules ciliées, contenant un noyau granuleux (oc. 1, obj. 10, à immersion, tube baissé).

Fig. 176. — Coupe dans la région du tube hydrophore anal d'une jeune Comatule à cinq pinnules pour montrer les premières phases de développement de l'organe spongieux et du plexus labial. — *œ*, épithélium de l'œsophage; — *ct*, canal tentaculaire; — *h*, tube hydrophore anal; — *pl*, rudiment de l'organe spongieux; — *p*, membrane péritonéale (oc. 1, obj. 6, tube baissé).

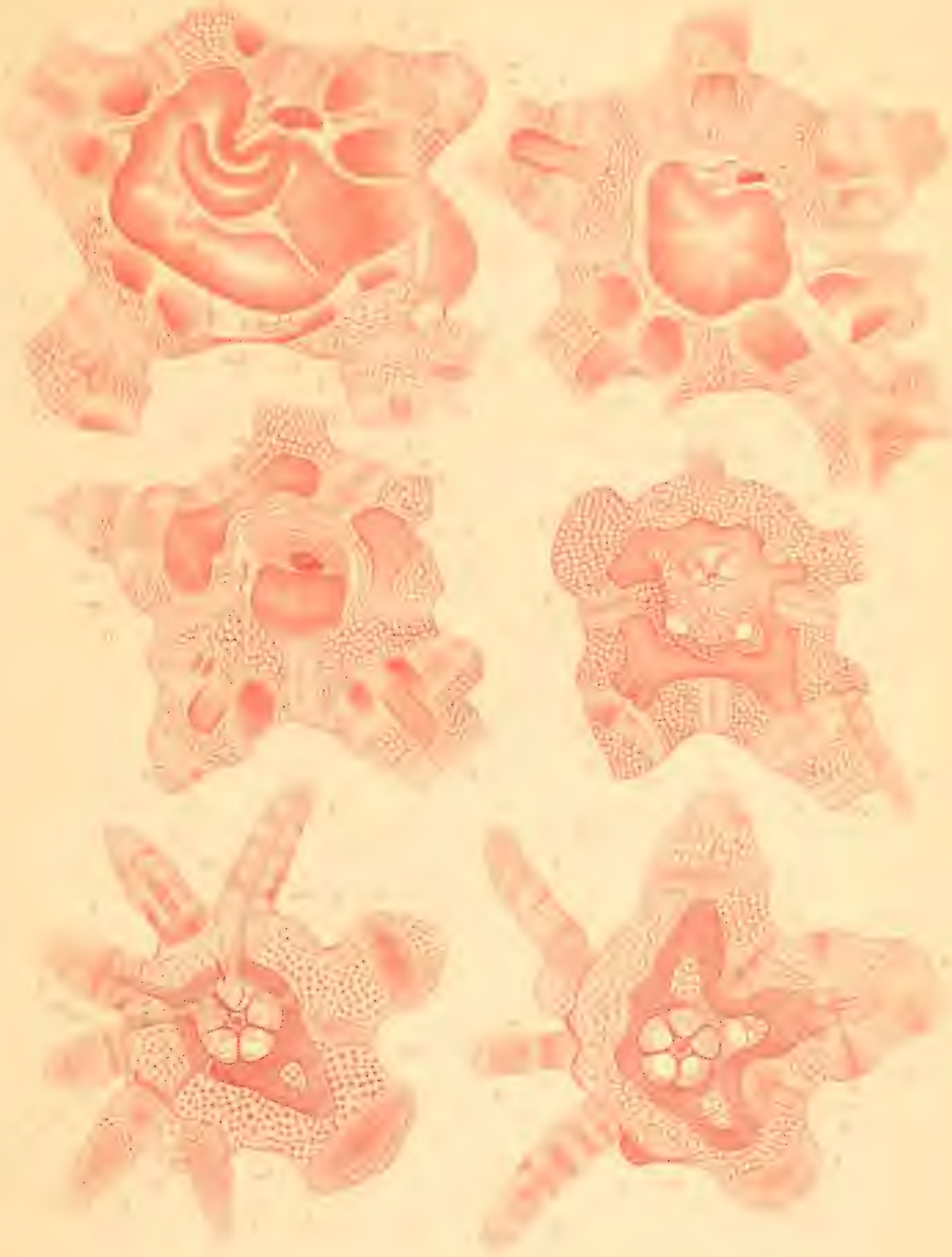
Fig. 177. — Coupe du même animal dans une région voisine de la précédente; — *pl*, portion de l'organe spongieux en forme de poche creuse à parois pourvues d'éléments fusiformes ou étoilés; — *mf*, trabécules membraneux; — *œ*, épithélium de l'œsophage; — *nst*, bandelette nerveuse sous-épithéliale (oc. 1, obj. 7, tube tiré).

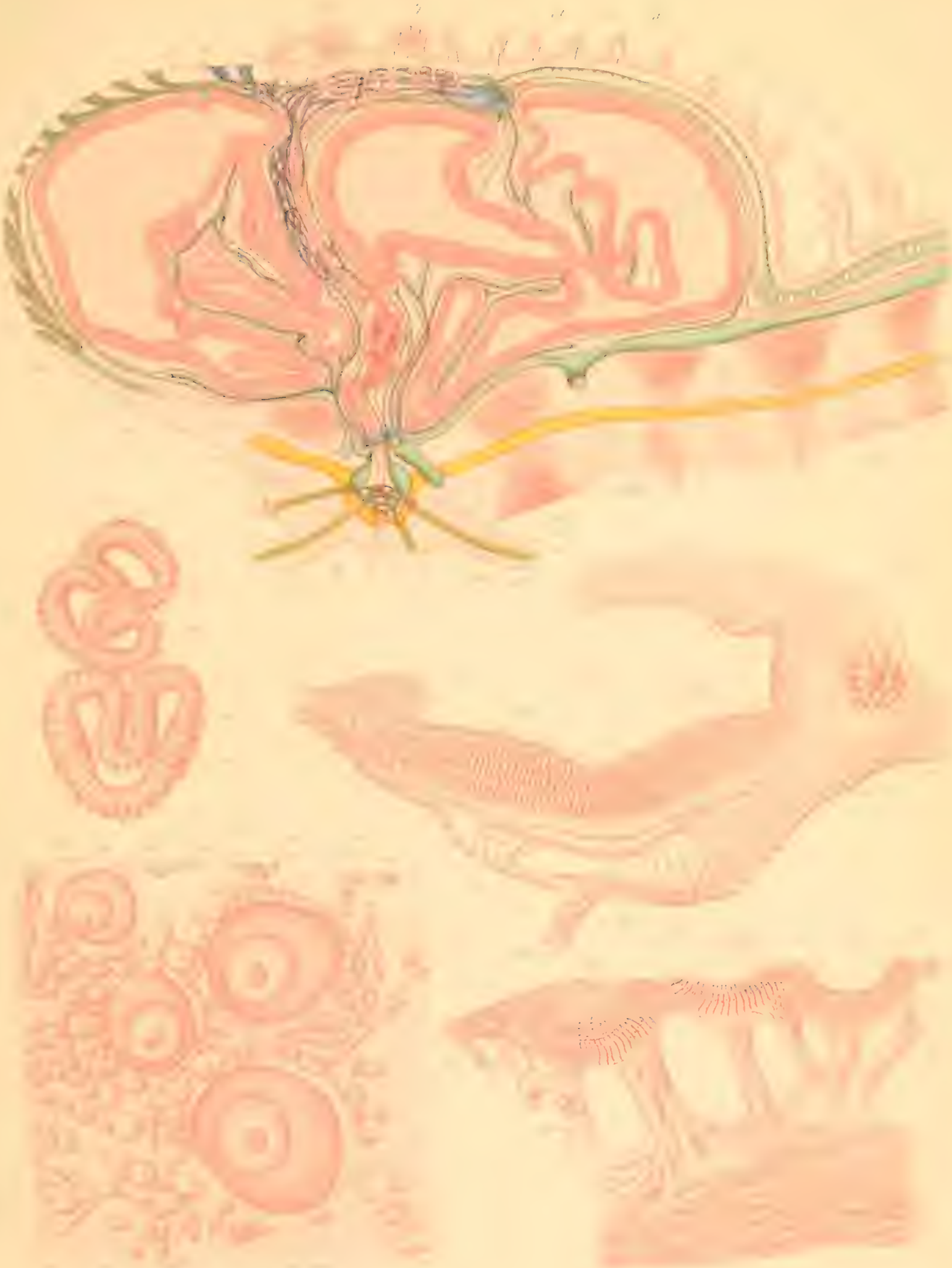
Fig. 178. — Coupe dans la partie postérieure de la région buccale d'une jeune *Antedon rosacea* présentant une phase plus avancée de l'organe spongieux; — *œ*, épithélium de l'œsophage; — *nst*, réseau nerveux inter-épithélial; — *p*, membrane péritonéale formée de plusieurs couches d'éléments et dans laquelle pénètrent de fins canaux en continuité avec les canaux *il* qui naissent de l'organe spongieux; — *pl*, organe spongieux; — *cl*, éléments fusiformes ou étoilés se disposant en amas ou en trabécules dans la cavité de l'organe spongieux; — *pk*, région où la substance de l'organe spongieux se continue avec la membrane péritonéale de l'œsophage; — *sl*, sac enveloppant l'organe spongieux et le plexus labial.

Fig. 179. — Coupe dans la partie antérieure de la région buccale d'une *Antedon rosacea* à vingt-sept pinnules, montrant la continuité des canaux du plexus labial avec le stolon génital; — *ct*, canal ambulacraire péribuccal; — *œ*, épithélium de l'œsophage; — *p*, *p'*, membrane péritonéale dont les éléments se disposent d'abord en couche multiple, puis en couche simple; — *h*, tubes hydrophores; — *g*, stolon génital; — *g'*, partie supérieure labiée du stolon génital; — *il*, canaux du plexus labial qui en naissent; — *ig*, canaux du plexus génital; — *fc*, fibres conjonctifs; — *mg*, membranes de la cavité viscérale; — *rg*, rachis génital; — *z*, corps sphérique (oc. 1, obj. 4, tube baissé).

Fig. 180. — Partie postérieure de la région buccale dans la même coupe du même animal, montrant une phase de développement de l'organe spongieux, plus avancée que celle de la figure 178. — Mêmes lettres que dans les figures précédentes; — *nt*, groupes de cellules à bâtonnet, probablement sensitives (oc. 1, obj. 4, tube baissé).

Fig. 181. — Fibres isolées des muscles réfringents; — *nf*, noyaux des fibres; — *nc*, noyaux de la substance hyaline qui enveloppe les fibres (oc. 1, obj. 10, à immersion tube baissé).





SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00579 2395